

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 30 日 (30.05.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/044596 A1

(51) 国際特許分類⁷: G02F 1/17, 1/167
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/12185
(22) 国際出願日: 2002 年 11 月 21 日 (21.11.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2001-356016
2001 年 11 月 21 日 (21.11.2001) JP
特願 2001-356013
2001 年 11 月 21 日 (21.11.2001) JP

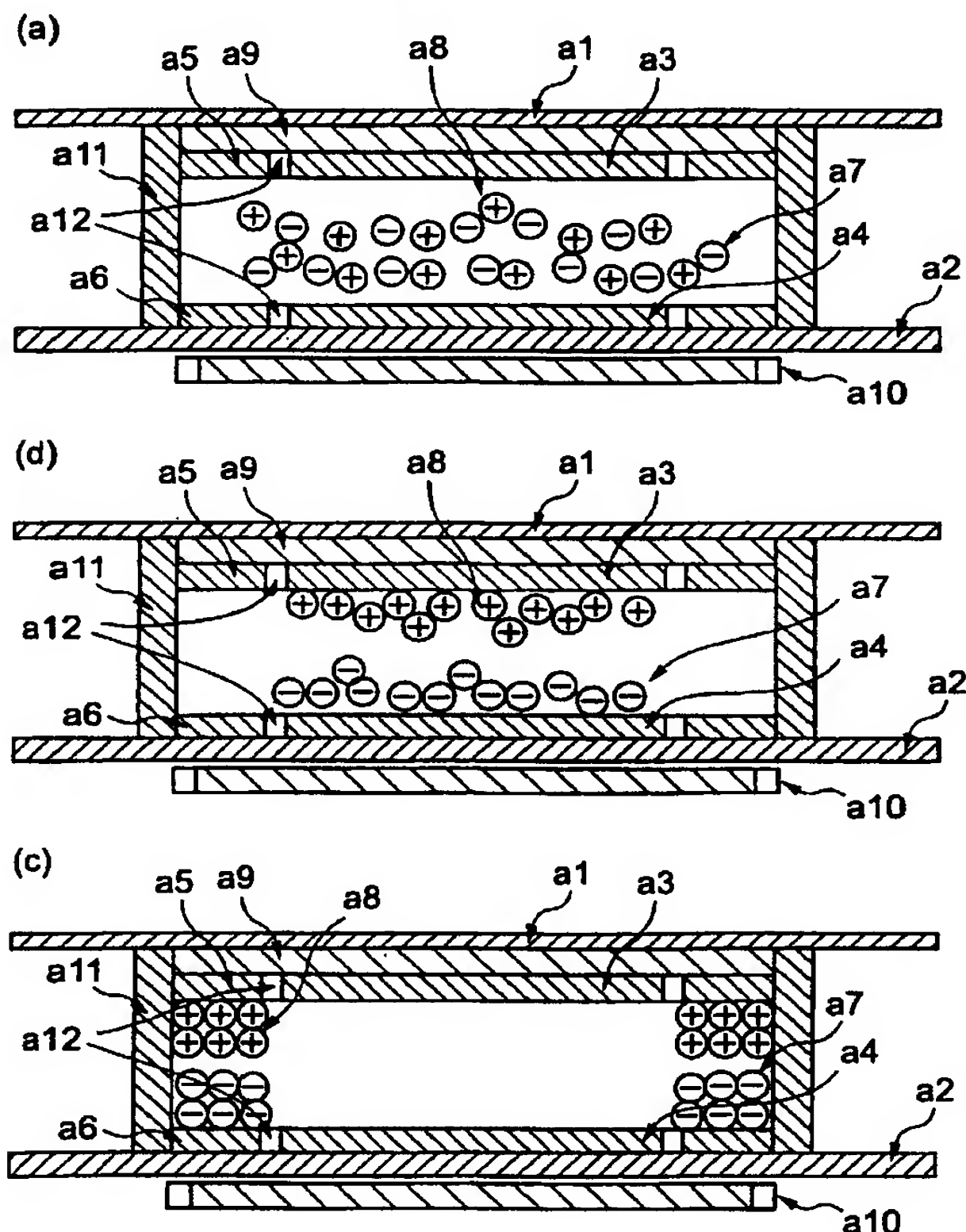
特願 2001-356014
2001 年 11 月 21 日 (21.11.2001) JP
特願 2001-382847
2001 年 12 月 17 日 (17.12.2001) JP
特願 2001-382848
2001 年 12 月 17 日 (17.12.2001) JP
特願 2001-393055
2001 年 12 月 26 日 (26.12.2001) JP
特願 2002-125756 2002 年 4 月 26 日 (26.04.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)
[JP/JP]; 〒104-8340 東京都中央区京橋一丁目 10 番
1 号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: REVERSIBLE IMAGE DISPLAY SHEET AND IMAGE DISPLAY

(54) 発明の名称: 可逆画像表示板および画像表示装置



(57) Abstract: Particles having mutually different charging characteristics, particles charged in a single polarity, particles charged in a single polarity and given a single color, or particles having mutually different colors and mutually different charging characteristics are sealed in a space between transparent substrates. An electric field is produced between the substrates to fly and move particles and thereby display an image. Alternatively, a potential difference is established between opposite paired electrodes to produce an electric field between the substrates. A reversible image display sheet and an image display such that the display is of a dry type, the structure is simple, the stability and sharpness are excellent, no strong electric field for drive is needed, general-purpose electronic materials are used are provided.

[続葉有]



(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 北野 創 (KITANO, Hajime) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市小川東町 3-5-5 Tokyo (JP). 薬師寺 学 (YAKUSHIJI, Gaku) [JP/JP]; 〒207-0022 東京都東大和市桜が丘 2-223-1 Tokyo (JP). 村田 和也 (MURATA, Kazuya) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市小川東町 3-5-5 Tokyo (JP). 二瓶 則夫 (NIHEI, Norio) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市小川東町 3-5-5 Tokyo (JP). 高木 光治 (TAKAGI, Koji) [JP/JP]; 〒211-0051 神奈川県川崎市中原区宮内 3-21-33-304 Kanagawa (JP). 増田 善友 (MASUDA, Yoshitomo) [JP/JP]; 〒205-0023 東京都羽村市神明台 3-5-28 Tokyo (JP). 川越 隆博 (KAWA-GOE, Takahiro) [JP/JP]; 〒359-1105 埼玉県所沢市青葉台 1302-57 Saitama (JP).

(74) 代理人: 大谷 保 (OHTANI, Tamotsu); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目2番2号ブリヂストン虎ノ門ビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

透明基板の間に、帯電特性の異なる粒子、単一の極性に帯電した粒子、単一の極性に帯電し単一の色の粒子、若しくは色及び帯電特性の異なる部分を有するを封入し、該基板間に電界を与えて粒子を飛翔移動させ画像を表示する、又は、対向電極対に電位差を設けて基板間に電界を与えることにより、乾式で応答速度が速く、単純な構造で、かつ安定性および鮮明性に優れた、駆動の際に強い電界を発生させる必要がなく、汎用の電子材料を使用することができる可逆画像表示板および画像表示装置を提供する。

明 細 書

可逆画像表示板および画像表示装置

5 技術分野

本発明は、クーロン力などを利用した粒子の飛翔移動に伴い画像を繰り返し表示、消去できる可逆画像表示板および画像表示装置に関する。

10 背景技術

液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式などの技術を用いた画像表示装置（ディスプレイ）が提案されている。

これらの画像表示装置は、LCDに比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリー機能を有している等のメリットから、次世代の安価な表示装置として考えられ、携帯端末用表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。

最近、分散粒子と着色溶液からなる分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置する電気泳動方式が提案されている。

しかしながら、電気泳動方式では、液中に粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅いという問題がある。また、低比重の溶液中に酸化チタンなどの高比重の粒子を分散させているために、沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、このような欠点が現れ難くしているだけで、本質的な問題は何ら解決されていない。

以上のような溶液中での挙動を利用した電気泳動方式に対し、最近では溶液を使わず、色と帯電極性が異なる2種類の粒子を2枚の基板

間において、静電界をかけて互いに異なる方向の基板に飛翔付着させて可逆的表示を行う乾式表示方式（装置）も提案されている〔日本画像学会“Japan Hardcopy' 99”（1999年7月21～23日）論文集第249～252頁など〕。

5 このような乾式表示装置の動作メカニズムは、色及び帯電極性の異なる2種類の粒子を混合したものを電極板で挟み込み、電極板に電圧を印加することで極板間に電界を発生させて極性の異なる帯電粒子を異なる方向へ飛翔させることにより表示素子として使用するものである。

10 この方式（装置）において、粒子にかかる力は粒子同士がクーロン力によって引き付け合う力、極板との電気影像力、分子間力、さらには、液架橋力、重力などが考えられ、これらの総合的な力に対し、電界によって粒子に働きかけられる力が上回った場合に粒子の飛翔が起こる。そして、各粒子はパターンを形成し、その色調の違いによりコ
15 ントラストを形成し、パターンを認識させる。このコントラストが高いほど視認性が良好な表示媒体となる。

そして、この方式は電気泳動方式に対し乾式であるから粒子の移動抵抗が小さく応答速度が速いという長所がある。

しかし、この方式は、

- 20 (イ) 電荷輸送層や電荷発生層を配置するために構造が複雑になる
 (ロ) 導電性粒子から電荷を一定に逃がすことが難しく、表示を繰り返すと2種類の粒子が静電的に凝集して静電界に応答しなくなり、寿命が短く安定性に欠ける
 (ハ) 粒子からの反射光を表示に使用するため、色が不鮮明となったり
25 、輝度が不足したりして鮮明な画像表示になり難い
 (ニ) 駆動の際に強い電界を発生させる必要があり、それに耐え得る電気回路の設計が必要となるため、汎用の電子材料が使用できない等の問題があった。

発明の開示

本発明は、上記実情に鑑みて鋭意検討された新しいタイプの可逆画像表示板に関するものであり、次のような要求を満たす乾式の可逆画像表示板および画像表示装置を提供することを目的とするものである。

- (a) 応答速度が速い
- (b) 構造が単純である
- (c) 安定性に優れる（繰り返し表示に対する寿命が長い）
- (d) 鮮明性に優れる
- (e) 駆動の際に強い電界を発生させる必要がなく、汎用の電子材料を使用して電気回路が組める

本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を重ねた結果、
(1) バックライト、カラーフィルターおよび2対の電極を具備した2枚の透明基板の間に、帯電特性の異なる粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示することにより、応答速度が速く、単純な構造で、かつ安定性および鮮明性に優れる可逆画像表示板が得られる

(2) 透明基板および対向基板の間に、単一の極性に帯電した単一の色の粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示することにより、応答速度が速く、かつ粒子間の静電凝集がなく、繰り返し表示に対する寿命の長い可逆画像表示板が得られる

(3) バックライト、2種類の電極およびカラーフィルターを具備した2枚の透明基板の間に、単一の極性に帯電した粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示することにより、応答速度が速く、かつ粒子間の静電凝集がなく、繰り返し表示に対する寿命の長い可逆画像表示板が得られる

(4) 少なくとも一方が透明である 2 枚の対向する基板と、これら基板のいずれか一方に設けたカラー板と、前記基板間に形成した少なくとも 2 組の対向電極対と、前記基板間に封入した帯電特性の異なる 2 種類以上の粒子とを具え、前記対向電極対の一方の電極の電位が他方の電極の電位よりも高くなるようにこの対向電極対に電圧を印加し、それによって生じる電界によって前記粒子を飛翔移動させて画像表示を行うことにより、速度応答速度が速く、単純な構造でありながら鮮明で安定な表示を行なうことが可能となる

(5) 少なくとも一方が透明な対向する基板間に粒子を封入し、粒子を飛翔移動させ画像を表示する画像表示装置において、該粒子を色及び帯電特性の異なる部分を有する粒子とすることにより、駆動の際に強い電界を発生させる必要がなく、汎用の電子材料を使用して電気回路が組める

ことを見出した。以下の第 1 から第 6 までの発明は、かかる知見に基づいて完成したものである。

すなわち第 1 の発明は、バックライト、カラーフィルターおよび 2 対の電極を具備した 2 枚の透明基板の間に、帯電特性の異なる粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板である。

第 2 の発明は、透明基板および対向基板の間に、単一の極性に帯電した単一の色の粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板である。

第 3 の発明は、バックライト、2 種類の電極およびカラーフィルターを具備した 2 枚の透明基板の間に、単一の極性に帯電した粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板である。

第 4 の発明は、少なくとも一方が透明である 2 枚の対向する基板と、これら基板のいずれか一方に設けたカラー板と、前記基板間に形成

した少なくとも 2 組の対向電極対と、前記基板間に封入した帯電特性の異なる 2 種類以上の粒子とを具え、前記対向電極対の一方の電極の電位が他方の電極の電位よりも高くなるようにこの対向電極対に電圧を印加し、それによって生じる電界によって前記粒子を飛翔移動させて画像表示を行う可逆画像表示板である。

第 5 の発明は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板において、該粒子が色及び帯電特性の異なる部分を有する可逆画像表示板である。

第 6 の発明は、前記第 1 から第 5 までの何れかの発明の可逆画像表示板を具えた画像表示装置である。

図面の簡単な説明

図 1 及び 2 は、各々、第 1 の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す説明図である。

図 3 は、可逆画像表示板における粒子の表面電位測定するための測定装置の説明図である。

図 4 ～ 6 は、各々、第 2 の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す説明図である。

図 7 及び 8 は、各々、第 3 の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す説明図である。

図 9 及び 10 は、各々、第 4 の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

第 1 の発明の可逆画像表示板は、バックライト、カラーフィルターおよび 2 対の電極を具備した 2 枚の透明基板の間に、帯電特性の異なる粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動さ

せ画像を表示するものである。

ここで粒子にかかる力は、粒子同士のクーロン力により引き付けあう力、極板との電気影像力、分子間力、さらに液架橋力、重力などが考えられる。

5 以下、図面を用いて第1の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す。

図1は透明の表示基板a1の内側（対向基板と対向する側）にカラーフィルターa9、透明な電極（A電極）a3および絶縁体a12により隔離されたC電極a5を設置し、透明な対向基板a2の内側（表示基板と対向する側）に透明な電極（B電極）a4および絶縁体a1
10 2により隔離された電極（D電極）a6を設置した場合であり、透明な対向基板a2の外側からバックライトa10により照らされるようになっている。

図1（a）は対向する2枚の透明な基板の間に負帯電性粒子a7および正帯電性粒子a8を配置した状態を示す。
15

この状態のものに、電源によりA電極a3側を負極、B電極a4側を正極となるように電圧を付加すると、図1（b）に示すようにクーロン力などによって、正帯電性粒子a8はA電極a3側に飛翔移動し、負帯電性粒子a7はB電極a4側に飛翔移動する。この場合、表示
20 基板a1側から見る表示面はバックライトa10からの光が遮られるので、非表示状態（通常は黒色）になる。次に電源の極性を切り替えて、A電極a3及びB電極a4をアースに落として、C電極a5を負極、D電極a6を正極となるように電圧を付加すると、図1（c）に示すようにクーロン力などによって、負帯電性粒子a7はD電極a6
25 に飛翔移動し、正帯電性粒子a8はC電極a5に飛翔移動する。この場合、表示基板a1側から見る表示面は表示状態となり、カラーフィルターa9の色に見える。バックライトを用い、かつ空間が気体であるため、明るく、鮮明な色表示となる。

図 1 (b) と図 1 (c) の間は電源の極性を切り替えるだけで繰り返し表示することができ、可逆的に表示を変化させることができる。例えば、負帯電性粒子 a 5 および正帯電性粒子 a 8 を黒色とし、カラーフィルター a 7 を R (赤色)、G (緑色) 又は B (青色) とすれば各色の表示ができる。

第 1 の発明の方式では各粒子は電極に鏡像力により貼り付いた状態にあるので、電源を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリー保持性が良い。また、帯電性粒子は気体中をクーロン力などによって飛翔移動するものであるから表示速度は非常に速く、10 msec 以下が可能である。

図 2 は C 電極 a 5 および D 電極 a 6 を隔壁 a 11 の内側に設置した場合で、図 2 (a) は対向する 2 枚の透明な基板の間に負帯電性粒子 a 7 及び正帯電性粒子 a 8 を配置した状態を示す。

この状態のものに、電源により A 電極 a 3 側が負極、B 電極 a 4 側が正極となるように電圧を付加すると、図 2 (b) に示すようにクーロン力などによって、正帯電性粒子 a 8 は A 電極 a 3 側に飛翔移動し、負帯電性粒子 a 7 は B 電極 a 4 側に飛翔移動する。この場合、表示基板 a 1 の側から見る表示面はバックライト a 10 からの光が遮られるので、非表示状態 (通常は黒色) になる。次に電源の極性を切り替えて、A 電極 a 3 および B 電極 a 4 をアースに落として、C 電極 a 5 を正極、D 電極 a 6 を負極となるように電圧を付加すると、図 2 (c) に示すようにクーロン力などによって、負帯電性粒子 a 7 は C 電極 a 5 に飛翔移動し、正帯電性粒子 a 8 は D 電極 a 6 に飛翔移動する。この場合、表示基板 a 1 の側から見る表示面は表示状態となり、カラーフィルター a 9 の色に見える。

図 2 (b) と図 2 (c) の間は電源の極性を切り替えるだけで繰り返し表示することができ、可逆的に色を変化させることができる。

基板については、表示基板 a 1 および対向基板 a 2 のいずれもが、

表示板の外側から表示の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。

A電極及びB電極は、透明かつパターン形成可能である導電性材料で形成され、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属やITO、導電性酸化錫、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等で薄膜状に形成したものや、導電剤を溶媒や合成樹脂バインダに混合して塗布したものが用いられる。

導電剤としてはベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。

なお、電極厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障なければ良く、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。

C電極及びD電極としては、上記の透明電極材料を使用することもできるが、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

この場合の外部電圧印加は、直流あるいはそれに交流を重ねても良い。

各電極は帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。このコート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

第1の発明の可逆画像表示板で使用する粒子は、帯電性能等の特性が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、或いは着色剤単独等で形成することができる。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、アクリルフッ素樹脂、シリコーン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、スチレンアクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂などが挙げられ、特に基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、アクリルフッ素樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂が好適である。2種以上混合することもできる。

荷電制御剤としては、特に制限はないが、負荷電制御剤としては例えば、サリチル酸金属錯体、含金属アゾ染料、含金属（金属イオンや金属原子を含む）の油溶性染料、4級アンモニウム塩系化合物、カリックスアレン化合物、含ホウ素化合物（ベンジル酸ホウ素錯体）、ニトロイミダゾール誘導体等が挙げられる。

正荷電制御剤としては例えば、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、4級アンモニウム塩系化合物、ポリアミン樹脂、イミダゾール誘導体等が挙げられる。

その他、超微粒子シリカ、超微粒子酸化チタン、超微粒子アルミナ等の金属酸化物、ピリジン等の含窒素環状化合物及びその誘導体や塩、各種有機顔料、弗素、塩素、窒素等を含んだ樹脂等も荷電制御剤として用いることもできる。

着色剤としては、以下に例示するような、有機又は無機の各種、各色の顔料、染料が使用可能である。

黒色顔料としては、カーボンブラック、酸化銅、二酸化マンガン、アニリンブラック、活性炭などがある。

黄色顔料としては、黄鉛、亜鉛黄、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、ミネラルファストイエロー、ニッケルチタンイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、ハンザイエロー10G、ベンジジンイエローG、ベンジジンイエローGR、キノリンイエローレーキ、パーマネントイエローNCG、タートラジンレーキなどがある。

橙色顔料としては、赤色黄鉛、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ピラゾロンオレンジ、バルカンオレンジ、インダスレンブリリアントオレンジRK、ベンジジンオレンジG、インダスレンブリリアントオレンジGKなどがある。

赤色顔料としては、ベンガラ、カドミウムレッド、鉛丹、硫化水銀、カドミウム、パーマネントレッド4R、リソールレッド、ピラゾロンレッド、ウォッチングレッド、カルシウム塩、レーキレッドD、ブリリアントカーミン6B、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、アリザリンレーキ、ブリリアントカーミン3Bなどがある。

紫色顔料としては、マンガン紫、ファストバイオレットB、メチルバイオレットレーキなどがある。

青色顔料としては、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、フタロシアニンブルー、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー部分塩素化物、ファストスカイブルー、インダスレンブルーBCなどがある。

緑色顔料としては、クロムグリーン、酸化クロム、ピグメントグリーンB、マラカイトグリーンレーキ、ファイナルイエローグリーンGなどがある。

また、白色顔料としては、亜鉛華、酸化チタン、アンチモン白、硫化亜鉛などがある。

体質顔料としては、バライト粉、炭酸バリウム、クレー、シリカ、ホワイต์カーボン、タルク、アルミナホワイต์などがある。

更に、塩基性、酸性、分散、直接染料などの各種染料として、ニグロシン、メチレンブルー、ローズベンガル、キノリンイエロー、ウルトラマリンブルーなどがある。

5 これらの着色剤は、単独で或いは複数組合せて用いることができる。

特に黒色着色剤としてカーボンブラックが、白色着色剤として酸化チタンが好ましい。

10 粒子の製造方法については特に限定されないが、例えば、電子写真のトナーを製造する場合に準じた粉碎法および重合法が使用出来る。また無機または有機顔料の粉体の表面に樹脂や荷電制御剤等をコートする方法も用いられる。

第1の発明の可逆画像表示板においては、上記の表示素子を複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。

15 モノクロの場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。フルカラーの場合は、3種の表示素子、即ち、R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）のカラー板を持ちかつ各々黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して可逆画像表示板とするのが好ましい。

20 第2の発明の可逆画像表示板は、透明基板および対向基板の間に、単一の極性に帯電した単一の色の粒子を封入し、該基板間に電界を与えて粒子を飛翔移動させ画像を表示するものである。

ここで粒子にかかる力は、粒子同士のクーロン力により引き付けあう力、極板との電気影像力、分子間力、さらに液架橋力、重力などが考えられる。

25 以下、図面を用いて第2の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す。

図4は透明基板b1の内側（対向基板と対向する側）に透明な表示電極b3を設置し、対向基板b2の内側（透明基板と対向する側）に対向電極b4とカラー板b7を設置した場合である。なお、図に示す

ように、隔壁 b 6 の内側にまで対向電極を具備することもできる。また、対向電極 b 4 は、対向基板 b 2 の内側のみ或いは隔壁 b 6 の内側のみに具備することもできる。

図 4 (a) は対向する基板の間に負帯電性粒子 b 5 が配置した状態を示す。

この状態のものに、電源により表示電極 b 3 側が正極、対向電極 b 4 側が負極となるように電圧を付加すると、図 4 (b) に示すようにクーロン力などによって、負帯電性粒子 b 5 は透明基板 b 1 側に飛翔移動する。この場合、透明基板 b 1 側から見る表示面は負帯電性粒子 b 5 の色に見える。次に電源の極性を切り替えて、表示電極 b 3 が負極、対向電極 b 4 が正極となるように電圧を付加すると、図 4 (c) に示すようにクーロン力などによって、負帯電性粒子 b 5 は対向基板 b 2 の側に飛翔移動する。この場合、透明基板 b 1 側から見る表示面はカラー板 b 7 の色に見える。

図 4 (b) と図 4 (c) の間は電源の極性を反転するだけで繰り返して表示することができ、このように電源の極性を反転することで可逆的に色を変化させることができる。例えば、負帯電性粒子 b 5 を白色とし、カラー板 b 7 を黒色とするか、負帯電性粒子 b 5 を黒色としカラー板 b 7 を白色とすると、表示は白色と黒色間の可逆表示となる。

図 5 は電極を、例えば両端や隔壁や基板の外側に基板とは離して設ける場合であり、透明基板 b 1 と対向基板 b 2 の間に表示板の表示素子である負帯電性粒子 b 5 とカラー板 b 7 が設置されている。

電極を基板上に設けず、基板とは離して設ける場合の表示方法では、基板外部表面に静電潜像を与え、その静電潜像に応じて発生する電界にて、所定の特性に帯電した色のついた粒子を基板に引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子を透明基板を通して画像表示装置外側から視認する。なお、この静電潜像の形成は、電子写真感光体を用い通常の電子写真システムで行われる静

電潜像を第2の発明の画像表示基板上に転写形成する方法や、イオン
フローや静電記録ヘッドにより静電潜像を直接形成する等の方法で行
うことができる。図5(a)は対向する基板の間に負帯電性粒子b5
が配置された状態を示し、図5(b)は透明基板側を正電界、図5(c)
5 c)は透明基板側を正電界とした状態を示す。作動原理は図4の基板
上に電極を設けた場合と同様である。勿論、正帯電性粒子でも同様に
可逆表示ができる。

図6は対向基板b2の透明基板b1と対向する側に表示電極b3、
対向電極b4、カラー板b7および絶縁体b8を設置した場合であり
10、図6(a)に示すように対向する基板の間に負帯電性粒子b5が配
置されている。この状態のものに電源により表示電極b3が負極、対
向電極b4が正極となるように電圧を付加すると、図6(b)に示す
ようにクーロン力などによって、負帯電性粒子b5は対向電極b4の
側に飛翔移動する。この場合、透明基板b1の側から見る表示面はカ
ラー板b7の色に見える。次に電源の極性を切り替えて、表示電極b
15 3が正極、対向電極b4が負極となるように電圧を付加すると、図6
(c)に示すようにクーロン力などによって、負帯電性粒子b5は表
示電極b3の側に飛翔移動し、透明基板b1の側から見る表示面は負
帯電性粒子b5の色に見える。

20 図6(b)と図6(c)の間は電源の極性を反転するだけで繰り返
すことができ、電源の極性を反転することで可逆的に色の変化させる
ことができる。

以上、粒子が負帯電性粒子の場合を例示したが、正帯電性粒子を用
いた場合も同様な原理に基づいて可逆画像表示板が構成できる。

25 第2の発明の方式では各粒子は電極に鏡像力により貼り付いた状態
にあるので、電源を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリー
保持性が良い。

基板については、少なくとも一方の基板は装置外側から粒子の色又

はカラー板の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。対向基板は透明でも不透明でもかまわない。

図 4 や図 6 に示したように基板上に電極を設ける場合、電極は透明
5 基板上に透明かつパターン形成可能である導電性材料で形成され、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属や I T O、導電性酸化錫、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、C V D 法、塗布法等で薄膜状に形成したものや、導電剤を溶媒や合成樹脂バインダに混合して塗布したものが用いられる。

10 導電剤としてはベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。

15 なお、電極厚みは、導電性が確保でき、光透過性に支障なければ良く、3 ~ 1 0 0 0 n m、好ましくは 5 ~ 4 0 0 n m が好適である。

対向基板上には透明電極材料を使用することもできるが、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

20 この場合の外部電圧印加は、直流あるいはそれに交流を重ねても良い。

各電極は帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。このコート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

25 第 2 の発明の可逆画像表示板における粒子には単一の色のものであり、白色又は黒色の粒子が好適に用いられる。

粒子は帯電性能等の特性が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、

或いは着色剤単独等で形成することができる。

樹脂、荷電制御剤、着色剤及び粒子の製造方法としては、第 1 の発明の可逆画像表示板における粒子に使用し得るものとして例示したもの何れもが使用し得る。

5 第 2 の発明の可逆画像表示板においては、粒子が接触する少なくともいずれかの部材に、該粒子と逆帯電特性に帯電する接触表面を有するものを用いることが好ましい。即ち負帯電性の粒子に対して正帯電性の接触表面を有する部材を用い、正帯電性の粒子に対しては負帯電性の接触表面を有する部材を用いることが好ましい。これにより、粒子の帯電状態は、安定して維持される。部材としては、粒子と接触する基板、電極、隔壁あるいはカラー板等いずれでも良い。勿論、その部材は、全体が粒子と逆帯電特性に帯電する材質からなるものでも良いし、部材の表面の粒子が接触する部分に、粒子と逆帯電特性に帯電する材質のものを被覆したものでも良い。

15 第 2 の発明の可逆画像表示板においては、上記の表示素子を複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。モノクロの場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。粒子として黒色粒子を用いる場合は、カラー板を白色にし、粒子として白色粒子を用いる場合は、カラー板を黒色にして、白黒の画像を表示する。白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子の色とカラー板の組み合わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種の表示素子、即ち、R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）のカラー板を持ちかつ各々黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して可逆画像表示板とするのが好ましい。

25 第 3 の発明の可逆画像表示板は、バックライト、2種類の電極およびカラーフィルターを具備した2枚の透明基板の間に、単一の極性に帯電した粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示するものである。

以下、図面を用いて第 3 の発明の可逆画像表示板の表示素子の例とその表示作動原理を示す。

ここで粒子にかかる力は、粒子同士のクーロン力により引き付けあう力、極板との電気影像力、分子間力、さらに液架橋力、重力などが
5 考えられる。

図 7 は透明の表示基板 c 1 の内側（対向基板と対向する側）にカラーフィルター c 7 を設置し、透明な対向基板 c 2 の内側（表示基板と対向する側）に透明な表示電極 c 3 および絶縁体 c 8 により隔離された対向電極 c 4 を設置した場合であり、透明な対向基板 c 2 の外側からバックライト c 9 により照らされるようになっている。なお図に示
10 すように、隔壁 c 6 の内側に対向電極 c 4 を具備することもできる。

図 7 (a) は対向する基板の間に負帯電性粒子 c 5 を配置した状態を示す。

この状態のものに、電源により表示電極 c 3 側が正極、対向電極 c
15 4 側が負極となるように電圧を付加すると、図 7 (b) に示すように、負帯電性粒子 c 5 はクーロン力などによって透明な対向基板 c 2 側に飛翔移動する。この場合、負帯電性粒子 c 5 によりバックライト c 9 からの光が遮られるので、透明な表示基板 c 1 側から見る表示面は、非表示状態（通常は黒色）になる。次に電源の極性を切り替えて、
20 表示電極 c 3 が負極、対向電極 c 4 が正極となるように電圧を付加すると、図 7 (c) に示すように負帯電性粒子 c 5 はクーロン力などによって、対向電極 c 4 の側に飛翔移動する。この場合、バックライト c 9 からの光がカラーフィルター c 7 を通過できるので、透明基板 c 1 側から見る表示面は表示状態となり、カラーフィルター c 7 の色に見える。
25

図 7 (b) と図 7 (c) の間は電源の極性を反転するだけで繰り返し表示することができ、このように電源の極性を反転することで可逆的に色を変化させることができる。例えば、負帯電性粒子 c 5 を黒色

とし、カラーフィルター c 7 を R（赤色）、G（緑色）又は B（青色）とすれば各色の表示ができる。

図 8 は透明な表示電極 c 3 を透明な表示基板 c 1 の側に設置した場合で、図 8（a）は対向する基板の間に負帯電性粒子 c 5 を配置した状態を示す。

この状態のものに電源により表示電極 c 3 側が正極、対向電極 c 4 側が負極となるように電圧を付加すると、図 8（b）に示すように、負帯電性粒子 c 5 はクーロン力などによって透明な対向基板 c 2 側に飛翔移動する。この場合、負帯電性粒子 c 5 にバックライト c 9 からの光が遮られるので、透明な表示基板 c 1 の側から見る表示面は非表示状態（通常は黒色）になる。次に電源の極性を切り替えて、表示電極 c 3 が負極、対向電極 c 4 が正極となるように電圧を付加すると、図 8（c）に示すように負帯電性粒子 c 5 はクーロン力などによって対向電極 c 4 の側に飛翔移動する。この場合、バックライト c 9 からの光がカラーフィルター c 7 を通過できるので、透明基板 c 1 側から見る表示面は表示状態となり、カラーフィルター c 7 の色に見える。

図 8（b）と図 8（c）の間は電源の極性を反転するだけで繰り返し表示することができ、このように電源の極性を反転することで可逆的に色を変化させることができる。例えば、負帯電性粒子 c 5 を黒色とし、カラーフィルター c 7 を R（赤色）、G（緑色）又は B（青色）とすれば各色の表示ができる。

以上、粒子が負帯電性粒子の場合を例示したが、正帯電性粒子を用いた場合も同様な原理に基づいて可逆画像表示板が構成できる。

第 3 の発明の方式では各粒子は電極に鏡像力により貼り付いた状態にあるので、電源を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリー保持性が良い。

基板については、表示基板および対向基板のいずれもが、表示板の外側から表示の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高

くかつ耐熱性の良い材料が好適である。

表示電極は透明基板上に透明かつパターン形成可能である導電性材料で形成され、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属やITO、導電性酸化錫、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等で薄膜状に形成したものや、導電剤を溶媒や合成樹脂バインダに混合して塗布したものが用いられる。

導電剤としてはベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。なお、電極厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障なければ良く、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。対向基板上には銅、金等の非透明電極を使用できる。透明電極材料を使用することもできるが、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

この場合の外部電圧印加は、直流あるいはそれに交流を重ねても良い。

各電極は帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。このコート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

第3の発明の可逆画像表示板における粒子は帯電性能等の特性が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、或いは着色剤単独等で形成することができる。

樹脂、荷電制御剤、着色剤及び粒子の製造方法としては、第1の発明の可逆画像表示板における粒子に使用し得るものとして例示したも

のの何れもが使用し得る。

第 3 の発明の可逆画像表示板においては、粒子が接触する少なくとも
もいずれかの部材に、該粒子と逆帯電特性に帯電する接触表面を有す
るものを用いることが好ましい。即ち負帯電性の粒子に対して正帯電
5 性の接触表面を有する部材を用い、正帯電性の粒子に対しては負帯電
性の接触表面を有する部材を用いることが好ましい。これにより、粒
子の帯電状態は、安定して維持される。部材としては、粒子と接触す
る基板、電極、隔壁あるいはカラー板等いずれでも良い。勿論、その
部材は、全体が粒子と逆帯電特性に帯電する材質からなるものでも良
10 いし、部材の表面の粒子が接触する部分に、粒子と逆帯電特性に帯電
する材質のものを被覆したものでも良い。

第 3 の発明の可逆画像表示板においては、上記の表示素子を複数使
用してマトリックス状に配置して表示を行う。

モノクロの場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。粒子とし
15 て黒色粒子を用いる場合は、カラー板を白色にし、粒子として白色粒
子を用いる場合は、カラー板を黒色にして、白黒の画像を表示する。
白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子の色とカラー板の組み合
わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種の表示素子、即ち
、R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）のカラー板を持ちかつ各々
20 黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して可逆
画像表示板とするのが好ましい。

第 4 の発明は、少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板と
、これら基板のいずれか一方に設けたカラー板と、前記基板間に形成
した少なくとも2組の対向電極対と、前記基板間に封入した帯電特性
25 の異なる2種類以上の粒子とを具え、前記対向電極対の一方の電極の
電位が他方の電極の電位よりも高くなるようにこの対向電極対に電圧
を印加し、それによって生じる電界によって前記粒子を飛翔移動させ
て画像表示を行う可逆画像表示板である。

以下、図面を参照して第 4 の発明の好適な実施形態について説明する。

図 9 は第 4 の発明による可逆画像表示板における画像表示セルの第 1 の実施形態の構造を概略示す断面図である。本表示板 d 1 0 は、対向する 2 枚の基板 d 1 1, d 1 2 の間に隔壁 d 1 3, d 1 4 を形成し、基板 d 1 2 上にカラー板 d 1 5 を形成している。また基板 d 1 1, d 1 2 上には第 1 の対向電極対 d 1 6, d 1 7、第 2 の対向電極対 d 1 8, d 1 9 および第 3 の対向電極対 d 2 0, d 2 1 が形成され、各電極間には絶縁体 d 2 2 ~ d 2 5 によって絶縁されている。なお、本表示板 d 1 0 においては基板 d 1 1 は透明、基板 d 1 2 は不透明であるものとし、基板 d 1 1 側から入射する光の反射光により、基板 d 1 1 の側から表示を見るものとしている。また対向電極対の内、第 1 の対向電極対 d 1 6, d 1 7 は透明電極とするが、第 2 および第 3 の対向電極対の双方の電極は不透明でも良い。さらには第 2 および第 3 の電極対の同じ基板側にある各電極は、同時に電圧が印加されるように構成することが望ましく、例えば第 1 の対向電極対の同じ基板側の電極を取り囲むように一体化したものとすることが好適である。

このようにして基板 d 1 1, d 1 2 および隔壁 d 1 3, d 1 4 によって区画されたセル d 2 6 内には 2 種類以上の粒子 d 2 7, d 2 8 等が封入される。これら粒子 d 2 7, d 2 8 等は後述するようにそれぞれ異なる特性で帯電するものであり、ここで粒子 d 2 7 は正に帯電するものとしてプラス (+) 記号を、粒子 d 2 8 は負に帯電するものとしてマイナス (-) 記号をそれぞれ付している。本表示板 d 1 0 においては、このようにして 1 つの表示セルを構成することとしている。なお、セル d 2 6 内部は気体によって満たされているものとする。また、ここでは粒子 d 2 7, d 2 8 は同じ色に着色されているものとする。

図 9 (a) は全ての対向電極対に電圧が印加されていない状態を示

すものである。このとき、セル d 2 6 内の粒子 d 2 7, d 2 8 には電界がかかっていないため、基板 d 1 1, d 1 2 のいずれの側にも集積していない。なお、図はあくまでも各粒子の存在を模式的に示しているものであり、実際には粒子自体の重量により、例えば基板 d 1 2 側に沈降していることもあり得る。

ここで、対向電極対 d 1 6, d 1 7 に対して、電極 d 1 6 が相対的に低電位、一方、電極 d 1 7 が相対的に高電位となるように電圧を印加すると、セル d 2 6 内に発生した電界によって図 9 (b) に示すように正に帯電した粒子 d 2 7 が電極 d 1 6 側へ、負に帯電した粒子 d 2 8 が電極 d 1 7 側へ移動する。その結果、基板 d 1 1 を通して見たセル d 2 6 の表示色は粒子 d 2 7 の色となる。

次に、第 1 の対向電極対 d 1 6, d 1 7 に印加した電圧をカットし、代わって第 2 および第 3 の対向電極対に電圧を印加する。このとき、電極 d 1 8, d 2 0 が相対的に低電位、電極 d 1 9, d 2 1 が相対的に高電位となるように電圧を印加すると、セル d 2 6 内に発生した電界によって図 9 (c) に示すように正に帯電した粒子 d 2 7 が電極 d 1 8, d 2 0 側へ、負に帯電した粒子 d 2 8 が電極 d 1 9, d 2 1 側へ移動する。その結果、基板 d 1 1 を通して見たセル d 2 6 の表示色はカラー板 d 1 5 の色となる。

図 9 (b) に示す状態と図 9 (c) に示す状態との間は、電圧を印加する対向電極対を切り換えることにより繰り返し相互に遷移させることが可能であり、それによって可逆的に表示を変化させることができる。また、カラー板 d 1 5 の色が各々赤、青、緑であり、かつ各々黒色の粒子を持つセルを 1 組として画素を構成することによりフルカラー表示が可能となる。

また図示の素子 d 1 0 においては、各粒子 d 2 7, d 2 8 は鏡像力（電荷を有する物質が他の物質に接近して行った場合に、他の物質の表面に発生した反対符号の電荷によって両者の間に生じる力）によっ

てそれぞれ電極 d 1 6 , d 1 7 にそれぞれ付着した状態にあるため、電極への電圧印加をカットした後も、他の対向電極対への電圧印加を行う等によって粒子の移動を促進させない限り、比較的長時間その状態を保つ。それゆえ画像データのメモリー保持性が良好なものとなる。

5 また、セル d 2 6 内を気体で満たすことにより粒子 d 2 7 , d 2 8 の移動を高速化することができ、それによって例えば応答速度を 1 m s e c 以下とすることも可能である。

図 1 0 は第 4 の発明による可逆画像表示板における画像表示セルの第 2 の実施形態の構造を概略示す断面図である。本表示板 d 3 0 もまた対向する 2 枚の基板 d 3 1 , d 3 2 の間に隔壁 d 3 3 , d 3 4 を形成し、基板 d 3 2 上にカラー板 d 3 5 を形成している。本表示板 d 3 0 においては、基板 d 3 1 , d 3 2 上に第 1 の対向電極対 d 3 6 , d 3 7 を、隔壁 d 3 3 , d 3 4 上には第 2 の対向電極対 d 3 8 , d 3 9 をそれぞれ形成している。なお、本表示板 d 3 0 においても基板 d 3 1 は透明、基板 d 3 2 は不透明であるものとし、基板 d 3 1 側から入射する光の反射光により、基板 d 3 1 の側から表示を見るものとしている。また、対向電極対の内、第 1 の対向電極対 d 3 6 , d 3 7 は透明電極とするが、第 2 の対向電極対 d 3 8 , d 3 9 は不透明でも良い。

20 このようにして基板 d 3 1 , d 3 2 および隔壁 d 3 3 , d 3 4 によって区画されたセル d 4 0 内には 2 種類以上の粒子 d 4 1 , d 4 2 等が封入される。これら粒子 d 4 1 , d 4 2 等は後述するようにそれぞれ異なる特性で帯電するものであり、ここで粒子 d 4 1 は正に帯電するものとしてプラス (+) 記号を、粒子 d 4 2 は負に帯電するものとしてマイナス (-) 記号をそれぞれ付している。本表示板 d 3 0 においては、このようにして 1 つの表示セルを構成することとしている。なお、セル d 4 0 内部は気体によって満たされているものとする。また、ここでは粒子 d 4 1 , d 4 2 は同じ色に着色されているものとする。

る。

図 1 0 (a) は全ての対向電極対に電圧が印加されていない状態を示すものである。このとき、セル d 4 0 内の粒子 d 4 1 , d 4 2 等には電界がかかっていないため、基板 d 3 1 , d 3 2 のいずれの側にも集積していない。なお、図はあくまでも各粒子の存在を模式的に示しているものであり、実際には粒子自体の重量により、例えば基板 d 3 2 側に沈降していることもあり得る。

ここで、対向電極対 d 3 6 , d 3 7 に対して、電極 d 3 6 が相対的に低電位、一方、電極 d 3 7 が相対的に高電位となるように電圧を印加すると、セル d 4 0 内に発生した電界によって図 1 0 (b) に示すように正に帯電した粒子 d 4 1 が電極 d 3 6 側へ、負に帯電した粒子 d 4 2 が電極 d 3 7 側へ移動する。その結果、基板 d 3 1 を通して見たセル d 4 0 の表示色は粒子 d 4 1 の色となる。

次に、第 1 の対向電極対 d 3 6 , d 3 7 に印加した電圧をカットし、代わって第 2 の対向電極対 d 3 8 , d 3 9 に電圧を印加する。このとき、電極 d 3 8 が相対的に低電位、電極 d 3 9 が相対的に高電位となるように電圧を印加すると、セル d 4 0 内に発生した電界によって図 1 0 (c) に示すように正に帯電した粒子 d 4 1 が電極 d 3 8 側へ、負に帯電した粒子 d 4 2 が電極 d 3 9 側へ移動する。その結果、基板 d 3 1 を通して見たセル d 4 0 の表示色はカラー板 d 3 5 の色となる。

図示の表示板 d 3 0 においても、図 1 0 (b) に示す状態と図 1 0 (c) に示す状態との間は、電圧を印加する対向電極対を切り換えることにより繰り返し相互に遷移させることが可能であり、それによって可逆的に表示を変化させることができる。また、カラー板 d 3 5 の色が各々赤、青、緑であり、かつ各々黒色の粒子を持つ 3 個のセルを 1 組として画素を構成することによりフルカラー表示が可能となる。

第 4 の発明に係る表示板において使用する基板は、前述した実施形

態のように、その少なくとも一方が表示板の外側から表示色が視認できるように透明であることが望ましく、特に可視光の透過率が高く耐熱性に優れたものが好適である。

次に電極に用いる材料であるが、特に上述した第1および第2の実施形態において示したように第1の対向電極対としては、透明で、かつパターン形成が可能な導電性材料を用いる必要がある。そこで、かかる対向電極対は、例えば酸化インジウム・錫（ITO）、酸化錫、酸化亜鉛等の導電性金属酸化物を用い、これらをスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等により基板上に薄膜形成する、あるいは導電剤を溶媒または合成樹脂バインダと混合して塗布することにより形成する。

前述した導電剤としては、例えばベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレートなどのカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質、または酸化亜鉛、酸化錫、酸化インジウム等の微粉末を用いる。

なお、電極の厚さは導電性が確保でき、特に透明電極の場合には、これに加えて光透過性に支障がなければ良く、それゆえ厚さを3～1000nm、好ましくは5～400nmとする。

また、第2および第3の対向電極対は、第1の対向電極対と同様に透明電極を用いても良いが、これらは必ずしも直接光の透過には影響を与えないことから、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金などの非透明な材料を用いることも可能である。

さらに、これら対向電極対に外部から電圧を印加する場合には、直流電圧を印加しても良く、あるいは直流電圧に交流電圧を重ねても良い。加えて、各電極には、帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性の被覆層を電極上に形成することが好適である。この被覆層には、負に帯電した粒子が集積する側の電極には正帯電性の樹脂を、正に

帯電した粒子が集積する側の電極には負帯電性の樹脂をそれぞれ被覆することが、粒子から電荷が逃げるのを抑制することができるので、特に好適である。

この粒子を帯電させる方法としては、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等を用いることができるが、簡便な方法は、帯電特性の異なる2種類以上の粒子を混合し、両者を接触させて摩擦帯電させることである。

第4の発明の可逆画像表示板における粒子は帯電性能等の特性が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、或いは着色剤単独等で形成することができる。

樹脂、荷電制御剤、着色剤及び粒子の製造方法としては、第1の発明の可逆画像表示板における粒子に使用し得るものとして例示したものの何れもが使用し得る。

第4の発明による表示装置においては、前述した表示セルを多数形成してマトリクス状等の形態に配置する。モノクロ表示を行う場合には、1つの表示板が1つの画素となる。またフルカラー表示の場合には、前述したように赤、緑、青の3色のカラー板をそれぞれ設け各々黒色粒子を含む3個のセルを1組とし、この組を1画素とする。

第5の発明の画像表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に粒子を封入し、クーロン力などにより粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示装置であり、該粒子が色及び帯電特性の異なる部分を有することを特徴とする。

表示コントラストを十分に確保するためには、色及び帯電特性の異なる部分が略半分となるように設計することが好ましい。

尚、ここでコントラストとは、粒子を電極板で挟み込み、電界を徐々に強くし、反射濃度が飽和に達した点をA、逆極性の電界を同様に印加し、反射濃度が飽和に達した点をBとしたときに、AとBの差の

絶対値をいう。

第 5 の発明における画像表示装置の作動原理は、例えば粒子の略半分が白色で負帯電性を有する材質であり、他の略半分が黒色で正帯電性を有する粒子を用いた場合に、視野面となる透明電極側の電位を正にしたときは、粒子は負帯電性を有する白色側を電極面に向け、クーロン力で固定される。一方、電位を負にしたときは、正帯電性を有する黒色側が電極側に配位する。従って、これを面内でマトリックス状に電界をかけることで、表示素子として利用することができる。

従来の色、極性の異なる 2 粒子を用いた粉体画像表示装置においては、粒子が極板から完全に離れる必要があるのに対し、第 5 の発明に係る画像表示装置は、極板上で粒子が回転したり、わずかに近接する粒子と入れ替わる程度で応答することができるため、従来の 2 粒子タイプに比べて低い駆動電力で表示を変換することが可能となる上、表示応答速度も高速化することができる。

第 5 の発明に係る画像表示装置に使用する粒子は、上記構成、すなわち該粒子が色及び帯電特性の異なる部分を有する粒子であればその製造方法は問わないが、例えば、以下のような方法で作製することができる。

主成分となる樹脂に着色剤、荷電制御剤等を混ぜたものを混練りし、粉碎し、熱プレスでシーティングする。同様に色及び特性の異なる樹脂材料のシートを作製する。両者を重ね合わせ、さらに熱プレスで圧着し、延伸して両者の複合積層シートを作製する。本シートを粉碎し、分級することによって、略半分が白色、他の略半分が黒色である粒子を作製することができる。

ここで、積層する 2 種の材料の親和性が高くなるように樹脂材料を選択することが好ましく、また、積層時に両シートの接着が良好になるように接着剤を塗布することもできる。さらには、得られた粒子を球形化するために、瞬間的に高熱をかけて表面のみを熔融させること

もできる。

また、上述したような2種の樹脂を2色押し出しから延伸で紡糸することによって複合材を作製し、第5の発明に係る粒子を作製することもできる。

5 第5の発明の可逆画像表示板における画像表示粒子の作製に使用する樹脂としては、アクリル系モノマーや、メタクリル系モノマー、スチレン系モノマーを使用したラジカル重合タイプの樹脂成分を使用することができ、これらを使用することによって、正負の性格付けと帯電量の確保が容易となる。

10 例えば、負帯電性の部分には、スチレン主体の重合体を使用し、正帯電性の部分には、アクリル系モノマーやメタクリル系モノマーに、メタクリル酸2-(ジエチルアミノ)エチル等を共重合させた樹脂が好適である。このようにモノマーの選択と配合割合により帯電性の制御が可能である。

15 モノマーのみで帯電量が不足な場合には、荷電制御剤をモノマーに溶かし込むことにより、容易に帯電の制御が可能である。

画像表示粒子として好適なアクリル系モノマーとしては、アクリル酸モノマー、アクリル酸メチルモノマー、アクリル酸ブチルモノマー、アクリロニトリルモノマーが挙げられ、メタクリル系モノマーとしては、メタクリル酸モノマー、メタクリル酸メチルモノマー、メタクリル酸n-ブチルモノマー、メタクリル酸t-ブチルモノマー、メタクリル酸グリシジルモノマー、メタクリル酸ヒドロキシエチルモノマー、メタクロロニトリルモノマー、メタクリル酸2-(ジエチルアミノ)エチルモノマー、メタクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチルモノマーが挙げられ、スチレン系モノマーとしてはスチレンモノマー及びメチルスチレンモノマーが挙げられる。また、このようなモノマーを2種以上混合することもできる。

第5の発明の可逆画像表示板における粒子は、更に前記以外の樹脂

、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等で形成することができる。

樹脂、荷電制御剤、着色剤及び粒子の製造方法としては、第 1 の発明の可逆画像表示板における粒子に使用し得るものとして例示したもの何れもが使用し得る。

5 第 5 の発明の画像表示装置に使用する基板に関しては、基板の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。

第 5 の発明の画像表示装置では、基板に電極を設けない場合と、基板に電極を設ける場合がある。

10 基板に電極を設けない場合は、基板外部表面に静電潜像を与え、その静電潜像に応じて発生する電界にて、所定の特性に帯電した粒子の一部分を基板に引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子の一方の側の色を透明な基板を通して表示装置外側から視認する。なお、この静電潜像の形成は、電子写真感光体を用い通常

15 の電子写真システムで行われる静電潜像を第 5 の発明の静電画像表示装置の基板上に転写形成する方法や、イオンフローにより静電潜像を基板上に直接形成する等の方法がある。

基板に電極を設ける場合は、電極部位への外部電圧入力により、基板上の各電極位置に生じた電界により、所定の特性に帯電した粒子の

20 一部分を引き寄せあるいは反発させることにより、静電潜像に対応して配列した粒子の一方の側の色を透明な基板を通して表示装置外側から視認する。

以下に、第 1 から第 5 の発明において共通する事項について説明する。

25 基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリルなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。

基板の厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

基板の可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器表示等の用途には可撓性のない材料が好適である。

対向する基板の間隔は、粒子が飛翔移動でき、コントラストを維持できれば良いが、通常 $10 \sim 5000 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \sim 500 \mu\text{m}$ に調整される。

対向する基板間の空間における粒子の体積占有率は $10 \sim 80\%$ が好ましく、更に好ましくは $10 \sim 60\%$ である。 80% を超える場合には粒子の移動の支障をきたし、 10% 未満の場合にはコントラストが不明確になり易い。

本発明の可逆画像表示板では、隔壁〔a11（図1、図2）、b6（図4～6）、c6（図7、8）、d13及びd14（図9）、d33及びd34（図10）〕を各表示素子の四周に設けるのが好ましい。隔壁を平行する2方向に設けることもできる。これにより、基板平行方向の余分な粒子移動を阻止し、耐久繰り返し性、メモリー保持性を介助すると共に、基板間の間隔を均一にかつ補強し画像表示板の強度を上げることができる。

隔壁の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、スクリーン版を用いて所定の位置にペーストを重ね塗りするスクリーン印刷法や、基板上に所望の厚さの隔壁材をベタ塗りし、隔壁として残したい部分のみレジストパターンを隔壁材上に被覆した後、ブラスト材を噴射して隔壁部以外の隔壁材を切削除去するサンドブラスト法や、該基板上に感光性樹脂を用いてレジストパターンを形成し、レジスト凹部

へペーストを埋込んだ後レジスト除去するリフトオフ法（アディティブ法）や、該基板上に、隔壁材料を含有した感光性樹脂組成物を塗布し、露光・現像により所望のパターンを得る感光性ペースト法や、該基板上に隔壁材料を含有するペーストを塗布した後、凹凸を有する金型等を圧着・加圧成形して隔壁形成する鋳型成形法等、種々の方法が採用される。さらに鋳型成形法を応用し、鋳型として感光性樹脂組成物により設けたレリーフパターンを使用する、レリーフ型押し法も採用される。

粒子は、負又は正帯電性の着色粒子で、クーロン力などにより飛翔移動するものであればいずれでも良いが、特に、球形で比重の小さい粒子が好適である。

粒子の平均粒子径 $d_{0.5}$ は $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましい。平均粒子径 $d_{0.5}$ がこの範囲未満であると粒子の電荷密度が大きすぎて電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリー性はよいが、電界を反転した場合の追随性が悪くなる。反対にこの範囲を超えると、追随性は良いが、メモリー性が悪くなる。

なお、平均粒子径 $d_{0.5}$ (μm) は、Mastersizer2000 (Malvern instruments Ltd.) 測定機に各粒子を投入し、付属の解析ソフト（体積基準分布を基に粒子径分布、粒子径を算出するソフト）を用いて、粒子の 50% がこれより大きく、 50% がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値である。

粒子の帯電量は当然その測定条件に依存するが、画像表示装置における粒子の帯電量はほぼ、初期帯電量、基板との接触、他粒子との接触、経過時間に伴う電荷減衰に依存し、帯電した粒子の接触に伴う帯電挙動の飽和値が支配因子となっているということが分かっている。しかし、これは簡易測定では難しい。

本発明者らは鋭意検討の結果、ブローオフ法においてキャリアを用いた測定法によって帯電量測定を行ない、これを表面電荷密度によっ

て規定することにより、画像表示装置として適当な粒子の帯電量を予測できることを見出した。

測定方法は詳しくは後で述べるが、ブローオフ法によって、粒子とキャリア粒子とを十分に接触させ、その飽和帯電量を測定することにより、該粒子に単位重量あたりの帯電量を測定することができる。そして、該粒子の粒子径と比重を別途求めることにより該粒子の表面電荷密度を算出することができる。

画像表示装置においては、用いる粒子の粒子径は小さく、重力の影響はほぼ無視できるほど小さいため、粒子の比重は粒子の動きに対して影響しない。しかし、粒子の帯電量においては、同じ粒子径の粒子で単位重量あたりの平均帯電量が同じであっても、粒子の比重が2倍異なる場合に保持する帯電量は2倍異なることとなる。従って、画像表示装置に用いられる粒子の帯電特性は比重に無関係な表面電荷密度（単位、 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ ）で評価するのが好ましいことが分かった。

ここで、表面電荷密度は大きいほど良いというものではない。画像表示装置においては粒子の粒子径が大きいときは主に電気映像力が飛翔電界（電圧）を決定する因子となる傾向が強いため、この粒子を低い電界（電圧）で動かすためには帯電量は低い方がよいこととなる。また、粒子の粒子径が小さい時は分子間力・液架橋力等の非電氣的な力が飛翔電界（電圧）決定因子となることが多いため、この粒子を低い電界（電圧）で動かすためには帯電量が高い方がよいこととなる。また、これは粒子の表面性（材料、形状）にも大きく依存するため一概に粒子径と帯電量で規定することができないが、粒子の表面電荷密度が適当である場合に、粒子は異なる極性の電極の方向へ電界により移動する機能を果たすことになる。

本発明者らは平均粒子径 $d_{0.5}$ が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ の粒子においては、キャリアを用いてブローオフ法により測定した粒子の表面電荷密度が絶対値で、 $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ の範囲である場合に画像表示装

置として使用できる粒子と成り得ることを見出した。表面電荷密度がこの範囲未満だと電界の変化に対する応答速度が遅くなり、メモリー性も低くなる。表面電荷密度がこの範囲を超えると電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリー性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。

なお、第4の発明の如く、種類の異なる2以上の粒子を使用する場合は、粒子間の表面電荷密度の差の絶対値が $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ の範囲であることが好ましく、表面電荷密度の差の絶対値が $5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ に満たない場合は、電界を印加した場合でも粒子にかかる力は微弱であり粒子の飛翔を達成するためには非常に大きな電圧印加が必要となる。

また、粒子の種類毎に表面電荷密度が分布を持ち、2粒子の表面電荷密度の差の絶対値が $5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ に満たない場合は、この2粒子の表面電荷密度分布が重なる部分が多くなる。そのような状況下では、電圧印加によって2粒子は両電極へ理想的な分離ができず、表示デバイスとしては十分な性能が発揮できない。

このブローオフ法においては、両端に網を張った円筒容器中に粒子とキャリアの混合体を入れ、一端から高圧ガスを吹き込んで粒子とキャリアとを分離し、網の目開きから粒子のみをブローオフ（吹き飛ばし）する。この時、粉体が容器外に持ち去った帯電量と等量で逆の帯電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全てはファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサーに充電される。そこでコンデンサー両端の電位を測定することにより粉体の電荷量は、 $Q = CV$ （ C ：コンデンサー容量、 V ：コンデンサー両端の電圧）として求められる。そして、この帯電量と別途測定した該粒子の平均粒子径 $d_{0.5}$ および比重とから表面電荷密度が求められる。

粒子を負又は正に帯電させる方法は、特に限定されないが、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等の粒子を帯電する方法が用いられる。

なお、粒子はその帯電電荷を保持する必要があるので、体積固有抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましく、特に $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましい。

5 また、粒子は、以下に述べる方法で評価した電荷減衰性の遅い粒子が更に好ましい。

即ち、粒子表面と 1 mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8 kV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、その表面電位の変化を測定し判定する。この場合、0.3 秒後における表面電位の最大値が 300 V より大きく、好ましくは 400 V より
10 大きくなるように、粒子構成材料を選択、作製することが望ましい。

なお、表面電位の測定は、例えば図 3 に示した装置（QEA 社製 CRT 2000）により行なうことが出来る。この装置の場合は、前述した粒子を表面に配置したロールシャフト両端部をチャック a 21 にて保持し、小型のスコトロロン放電器 a 22 と表面電位計 a 23 とを
15 所定間隔離して併設した計測ユニットを上記粒子の表面と 1 mm の間隔を持って対向配置し、上記ロールシャフトを静止した状態のまま、上記計測ユニットを該ロールシャフトの一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。なお、測定環境は温度 $25 \pm 3^\circ \text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5 \text{ RH}\%$ とする。
20

次に実施例および比較例を示して、本発明を更に具体的に説明する。但し本発明は以下の実施例により限定されるものではない。

なお、各実施例および比較例において、平均粒子径 $d_{0.5}$ および表面電荷密度の測定を次のように行なった。
25

（1）平均粒子径 $d_{0.5}$ (μm)

Mastersizer2000 (Malvern instruments Ltd.) 測定機に各粒子を投入し、付属の解析ソフト（体積基準分布を基に粒子径分布、粒子径を

算出するソフト)を用いて、粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値を平均粒子径(μm)とする。

(2) 表面電荷密度($\mu\text{C}/\text{m}^2$)

5 ブローオフ粉体帯電量測定装置として東芝ケミカル(株)製のTB-200を用いた。キャリアとして正帯電性・負帯電性の2種類のものを用い、それぞれの場合の単位面積あたり電荷密度(単位: $\mu\text{C}/\text{m}^2$)を測定した。すなわち、正帯電性キャリア(相手を正に帯電させ自らは負に帯電しやすいキャリア)としてパウダーテック(株)製のF963-2535を、負帯電性キャリア(相手を負に帯電させ自らは正に帯電しやすいキャリア)としてパウダーテック粒子のF921-2535を用いた。

10 測定された帯電量と別途測定した該粒子の平均粒子径 $d_{0.5}$ 及び比重とから表面電荷密度を求めた。なお、平均粒子径 $d_{0.5}$ は上述の方法により、また、比重は、株式会社島津製作所製比重計(商品名:マルチポリウム密度計H1305)を用いて測定した。

(3) 画像濃度

20 極板間の電圧を徐々に上げていき、濃度変化のなくなった時点で、マクベス濃度計RD918を用いて反射濃度(白色又は黒色)を測定した。次いで、極性を反転して上記と同様に反対色(黒色又は白色)の反射濃度を測定した。

(4) 駆動電圧及び画像評価

25 極板間の電圧を徐々に上げていき、濃度変化のなくなった時点の電圧を駆動電圧とした。駆動電圧時の表示状態を目視で判断した。

実施例 1

図1に示す構成の表示素子をもつ可逆画像表示板を作製した。透明基板および対向基板としてガラス基板を用い、A電極及びB電極はI

T O 電極を、C 電極及び D 電極は銅電極とした。負帯電性粒子として電子写真用黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5} = 8 \mu\text{m}$ の球形、表面電荷密度 $-40 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 、前記の表面電位測定での 0.3 秒後における表面電位の最大値 450V ）を用いた。正帯電性粒子としては、黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5} = 8 \mu\text{m}$ の球形、表面電荷密度 $+45 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 、前記の表面電位測定での 0.3 秒後における表面電位の最大値 480V ）を用いた。粒子の帯電は、両粒子を等量混合攪拌して摩擦帯電により行なった。隔壁の高さを $200 \mu\text{m}$ として、基板間空間における粒子の体積占有率は 50% とした。カラーフィルターには赤色の樹脂板を用いた。

C 電極側を負極に、D 電極側を正極になるように 200V の直流電圧を印加すると、正帯電性粒子は C 電極側に飛翔移動して付着し、負帯電性粒子は D 電極側に飛翔移動して付着して、表示素子は赤色に表示された。次に C 電極及び D 電極をアースし、A 電極側を負極に、B 電極側を正極になるように 200V の直流電圧を印加すると、正帯電性粒子は A 電極側に飛翔移動して付着し、負帯電性粒子は B 電極側に飛翔移動して付着し、表示素子は黒色に表示された。

電圧印加に対する応答時間を測定したところ 1 msec であった。各表示において、電圧印加を停止して 1 日間放置したが、表示は保たれていた。

次に、印加電圧の極性反転を 1 万回繰り返したが、応答速度の変化は殆どなかった。

実施例 2

図 4 に示す構成の表示素子をもつ可逆画像表示板を作製した。透明基板および対向基板としてガラス基板を用い、表示電極は I T O 電極を、対向電極は銅電極とした。それぞれの電極の表面に付着防止と電荷漏洩防止のために、絶縁性のシリコン樹脂を約 $3 \mu\text{m}$ の厚さにコ

一トした。負帯電性粒子として電子写真用黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5}$ $8 \mu\text{m}$ の球形、電荷密度 $-40 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ）、前記の表面電位測定による 0.3 秒後における表面電位の最大値 450V ）を用いた。隔壁の高さを $200 \mu\text{m}$ として、基板間空間における粒子の体積占有率は 30% とした。カラー板には白色の樹脂板を用いた。

表示電極側を正極に対向電極側を負極になるように 200V の直流電圧を印加すると負帯電性粒子は表示電極側に飛翔して付着し、表示素子は黒色に表示された。次に印加電圧の極性を逆にすると負帯電性粒子は対向電極側に飛翔して付着し、表示素子は白色に表示された。

電圧印加に対する応答時間を測定したところ 1msec であった。

各表示において、電圧印加を停止して 1 日間放置したが、表示は保たれていた。

次に、印加電圧の極性反転を 10 万回繰り返したが、応答速度の変化は殆どなかった。

実施例 3

図 7 に示す構成の表示素子をもつ可逆画像表示板を作製した。透明基板および対向基板としてガラス基板を用い、表示電極は ITO 電極を、対向電極は銅電極とした。それぞれの電極の表面に付着防止と電荷漏洩防止のために、絶縁性のシリコン樹脂を約 $3 \mu\text{m}$ の厚さにコートした。負帯電性粒子として電子写真用黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5}$ $8 \mu\text{m}$ の球形、表面電荷密度 $-40 \mu\text{C}/\text{m}^2$ 、前記の表面電位測定による 0.3 秒後における表面電位の最大値 450V ）を用いた。隔壁の高さを $200 \mu\text{m}$ として、基板間空間における粒子の体積占有率は 40% とした。カラーフィルターには赤色の樹脂板を用いた。

表示電極側を正極に対向電極側を負極になるように 200V の直流電圧を印加すると負帯電性粒子は表示電極側に飛翔して付着し、表示素子は黒色に表示された。次に印加電圧の極性を逆にすると負帯電性

粒子は対向電極側に飛翔して付着し、表示素子は赤色に表示された。

電圧印加に対する応答時間を測定したところ 1 m s e c であった。
各表示において、電圧印加を停止して 1 日間放置したが、表示は保たれていた。

次に、印加電圧の極性反転を 1 0 万回繰り返したが、応答速度の変化は殆どなかった。

実施例 4

図 9 に示す構成の表示セル d 1 0 を有する表示装置を作製した。基板 d 1 1 としてガラス板を、これと対向する基板 d 1 2 としてエポキシ板をそれぞれ用いた。第 1 の対向電極対 d 1 5 , d 1 6 の各電極には I T O を用い、第 2 の対向電極対 d 1 8 , d 1 9 および第 3 の対向電極対 d 2 0 , d 2 1 には銅を用いた。

正に帯電する粒子 d 2 7 には黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5} = 8 \mu m$ の球形、表面電荷密度 $+45 \mu C / m^2$ 、0.3 秒後の表面電位 480 V）を用い、一方負に帯電する粒子 d 2 8 には黒色重合トナー（平均粒子径 $d_{0.5} = 8 \mu m$ の球形、表面電荷密度 $-40 \mu C / m^2$ 、0.3 秒後の表面電位 450 V）を用いた。各粒子の帯電は、両粒子を等量攪拌混合して摩擦帯電により行った。

また隔壁 d 1 3 , d 1 4 の高さ、すなわち基板 d 1 1 , d 1 2 間の間隔を $200 \mu m$ とし、基板間の粒子の体積占有率を 50 % とした。
なおカラー板 d 1 5 には白色の樹脂板を用いた。

このようにして作製した表示セル d 1 0 において、第 2 の対向電極対の一方の電極 d 1 8 および第 3 の対向電極対の一方の電極 d 2 0 が負極に、他方の電極 d 1 9 , d 2 1 が正極となるように 200 V の直流電圧を印加すると、図 9 (c) に示すように、正に帯電した粒子 d 2 7 は電極 d 1 8 , d 2 0 側へ飛翔移動して付着し、一方負に帯電した粒子 d 2 8 は電極 d 1 9 , d 2 1 側へ移動して付着した。それによ

って、表示セル d 1 0 の表示色はカラー板 d 1 5 の色である白色となった。

次に、第 2 および第 3 の対向電極対を共にアースして電圧印加を停止し、代わって第 1 の対向電極対の一方の電極 d 1 6 が負極に、他方の電極 d 1 7 が正極となるように 2 0 0 V の直流電圧を印加すると、
図 9 (b) に示すように、正に帯電した粒子 d 2 7 は電極 d 1 6 側へ飛翔移動して付着し、一方負に帯電した粒子 d 2 8 は電極 d 1 7 側へ移動して付着した。それによって、表示セル d 1 0 の表示色は粒子 d 2 7, d 2 8 の色である黒色となった。

これらの場合において電圧印加に対する応答時間を測定した結果、1 m s e c の値が得られた。また、電圧印加を停止して 1 日間そのまま放置したが、表示状態、すなわち粒子が各電極側に付着した状態は保たれていた。さらに、印加電圧の極性切り換えを 1 万回繰り返し行なったが、応答速度の変化はほとんど見られなかった。

実施例 5

粒子の負帯電性部分を構成する粒子として、スチレンモノマーに 0 . 5 重量部の A I B N (アゾビスイソブチニトリル) を加え、1 0 倍量の 0 . 5 % 界面活性剤 (ラウリル硫酸ナトリウム) 水溶液に分散させて懸濁重合させポリスチレン樹脂溶液を得た。該ポリスチレン樹脂 1 0 0 重量部に対し、荷電制御剤として「B o n t r o n E 8 4」(保土ヶ谷化学(株)製) 5 重量部、着色剤として酸化チタン「C R 5 0」(石原産業(株)製) 2 0 重量部を溶解させ、濾過、乾燥させた後、粉碎分級機 (F M - 1 2 0 : 日本ニューマチック製) を用いて 5 ~ 1 0 μ m の負帯電性の白色粒子を得た。

粒子の正帯電性部分を構成する粒子として、メチルメタアクリレートモノマー 8 0 重量部とメタクリル酸 2 - (ジメチルアミノ) エチルモノマー 2 0 重量部に 0 . 5 重量部の A I B N (アゾビスイソブチニ

トリル)を溶解し、カップリング処理して親油性とした酸化チタン 20 重量部を分散させて得られた液を、10 倍量の 0.5% 界面活性剤 (ラウリル硫酸ナトリウム) 水溶液に分散させて懸濁重合させ、アクリルスチレン樹脂溶液を得た。該アクリルスチレン樹脂 100 重量部
5 に対し、荷電制御剤として「Bonttron N21」(保土ヶ谷化学(株)製) 5 重量部、着色剤としてカーボンブラック「#45」(三菱カーボン(株)製) 5 重量部を溶解させ、濾過、乾燥させた後、粉碎分級機 (FM-120: 日本ニューマチック社製) を用いて 5 ~ 10 μm の正帯電性の黒色粒子を得た。

10 一次粒子の平均粒子径 $d_{0.5}$ 、平均帯電量を第 1 表に示す。

次に、これらの一次粒子をそれぞれ熱プレスにより 140°C でシート
15 ティングし、得られたシートを重ね合わせ、160°C にて圧接し、積層シートを得た。該シートを延伸機にて加熱延伸し、厚さ 10 μm の積層シートを得た。該積層シートを微細に粉碎し、平均粒子径 $d_{0.5}$ 約 10 μm の粒子を得た。該粒子は略半分が白色、他の略半分が黒色の粒子であった。さらに、サフュージョンシステム (SFS-03
20 : 日本ニューマチック社製) を用い、熱風温度 450°C にて、粒子表面を微小溶融させ、球形粒子を得た。

この粒子を、100 μm のスパーサーを介して配置された、一方が
20 内側 ITO 処理されたガラス基板と、もう一方が銅基板であるセル中に空間率 50% で充填し、表示装置を得た。

ITO ガラス基板、銅基板それぞれに電源を接続し、ITO ガラス
25 基板を負極に、銅基板を正極となるように直流電圧をかけて、画像濃度を測定した。

画像濃度、駆動電圧及び画像評価結果を第 2 表に示す。

参考例 1

前記実施例 5 の一次粒子を分級して、100 μm のスパーサーを介

して配置された、一方が内側ITO処理され接続されたガラス基板と、もう一方が銅基板であるセル中に空間率50%で充填し、2粒子タイプの表示装置を得た。

画像濃度、駆動電圧及び画像評価結果を第2表に示す。

5

第 1 表

			一次粒子
負帯電性粒子	粒子径	d _{0.5} (μm)	9.4
		Span	0.90
	平均表面電荷密度 (μC/m ²)		-42.4
	色		白 色
正帯電性粒子	粒子径	d _{0.5} (μm)	9.9
		Span	0.80
	平均表面電荷密度 (μC/m ²)		38.9
	色		黒 色

10

15

第 2 表

	実施例 5	参考例 1
全面白表示時画像濃度	0.64	0.56
全面黒表示時画像濃度	1.72	1.75
駆動電圧 (V)	45	250
画像評価	ムラなく良好	ムラなく良好

20

産業上の利用可能性

20

本発明の可逆画像表示板ならびに画像表示装置は、応答速度が速く、単純な構造で、かつ安定性および鮮明性に優れており、また、駆動の際に強い電界を発生させる必要がなく、汎用の電子材料を使用することができるものであり、ノートパソコン、PDA、携帯電話などのモバイル機器の画像表示部、看板、ポスター、黒板などの掲示板、コ

ピー機、電卓、家電製品の画像表示部などに用いられる。

請 求 の 範 囲

1. バックライト、カラーフィルターおよび2対の電極を具備した2枚の透明基板の間に、帯電特性の異なる粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板。

2. 透明基板および対向基板の間に、単一の極性に帯電した単一の色の粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板。

3. バックライト、2種類の電極およびカラーフィルターを具備した2枚の透明基板の間に、単一の極性に帯電した粒子を封入し、前記基板間に電界を与えて前記粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板。

4. 少なくとも一方が透明である2枚の対向する基板と、これら基板のいずれか一方に設けたカラー板と、前記基板間に形成した少なくとも2組の対向電極対と、前記基板間に封入した帯電特性の異なる2種類以上の粒子とを具え、前記対向電極対の一方の電極の電位が他方の電極の電位よりも高くなるようにこの対向電極対に電圧を印加し、それによって生じる電界によって前記粒子を飛翔移動させて画像表示を行う可逆画像表示板。

5. 少なくとも一方が透明な対向する基板間に、粒子を封入し、粒子を飛翔移動させ画像を表示する可逆画像表示板において、該粒子が色及び帯電特性の異なる部分を有する可逆画像表示板。

6. 請求項 1 ～ 5 の何れかに記載の可逆画像表示板を具えた画像表示装置。

7. 粒子の平均粒子径 $d_{0.5}$ が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の可逆画像表示板。

8. キャリアを用いてブローオフ法により測定・算出した粒子の表面電荷密度が、絶対値で $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の可逆画像表示板。

9. 粒子が、体積固有抵抗 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の可逆画像表示板。

10. 粒子が、その表面と 1 mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8 kV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300 V より大きい粒子である請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の可逆画像表示板。

11. 隔壁により互いに隔離された 1 つ以上の画像表示素子を持つ請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の可逆画像表示板。

図 1

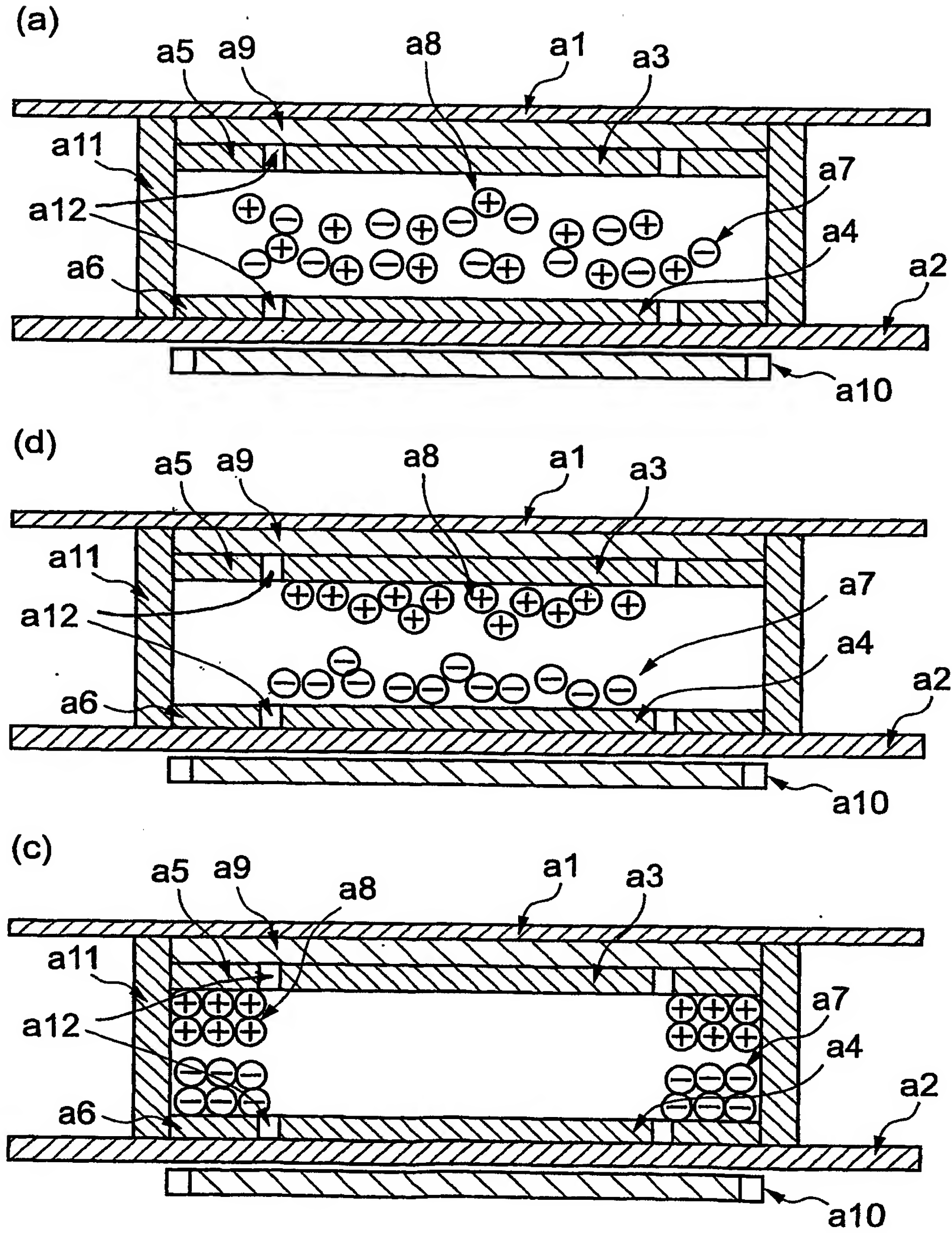


図 2

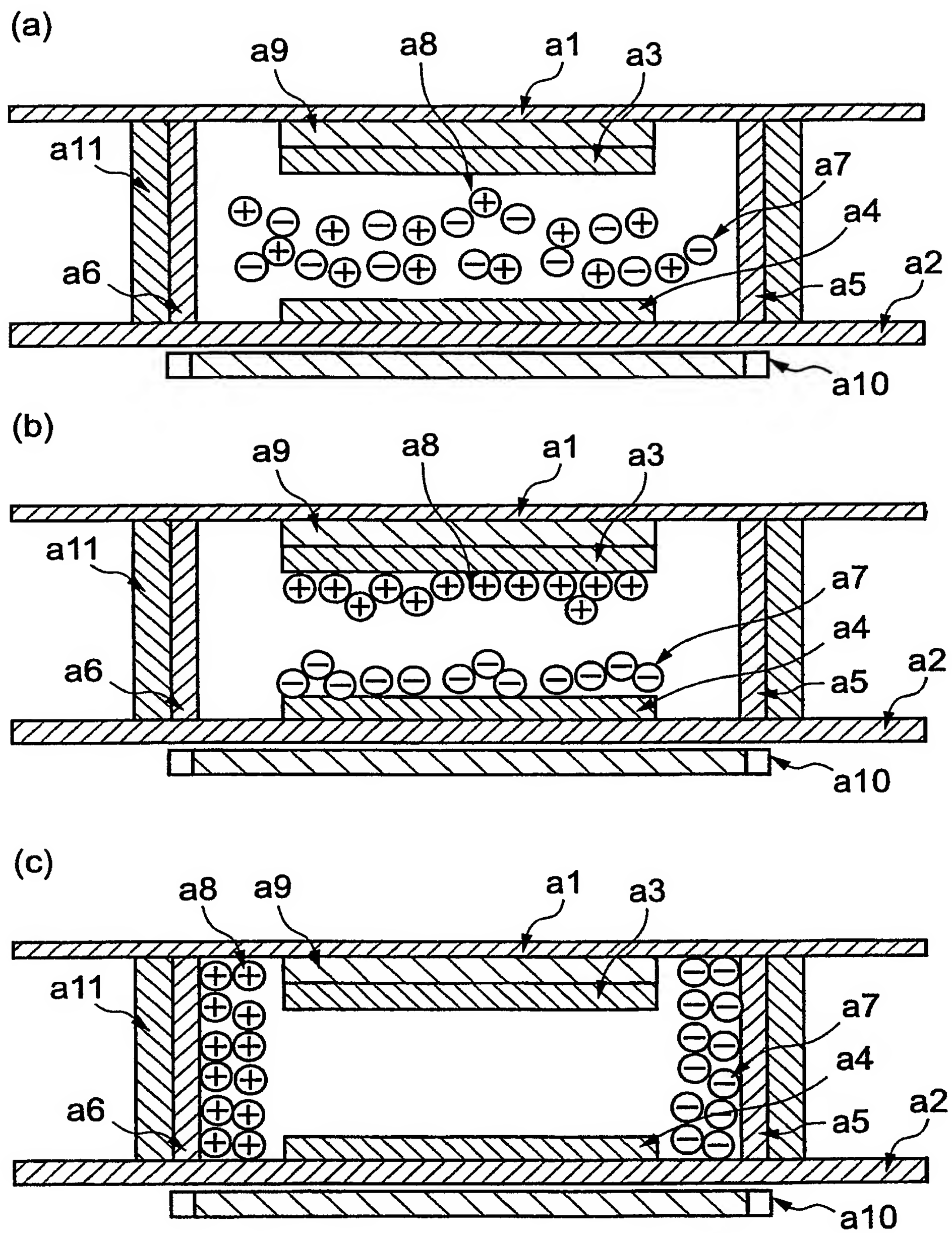


図 3

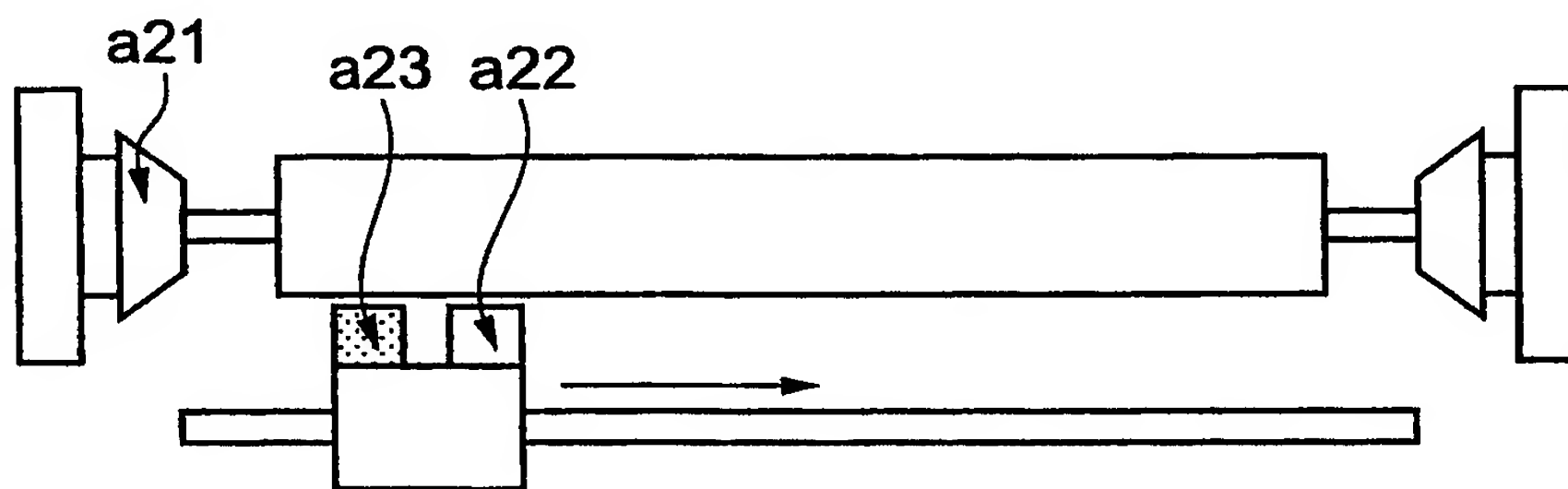


図 4

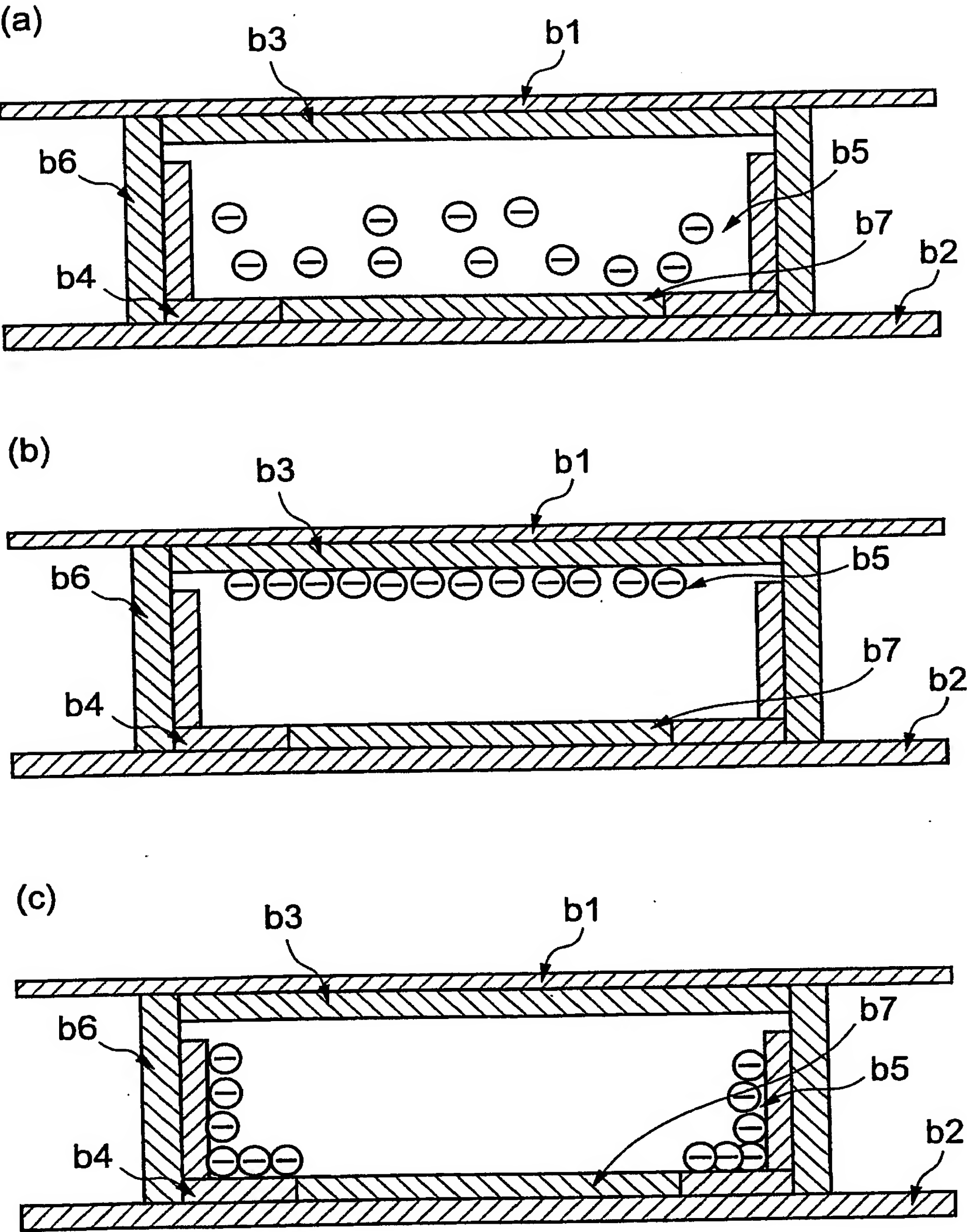


図 5

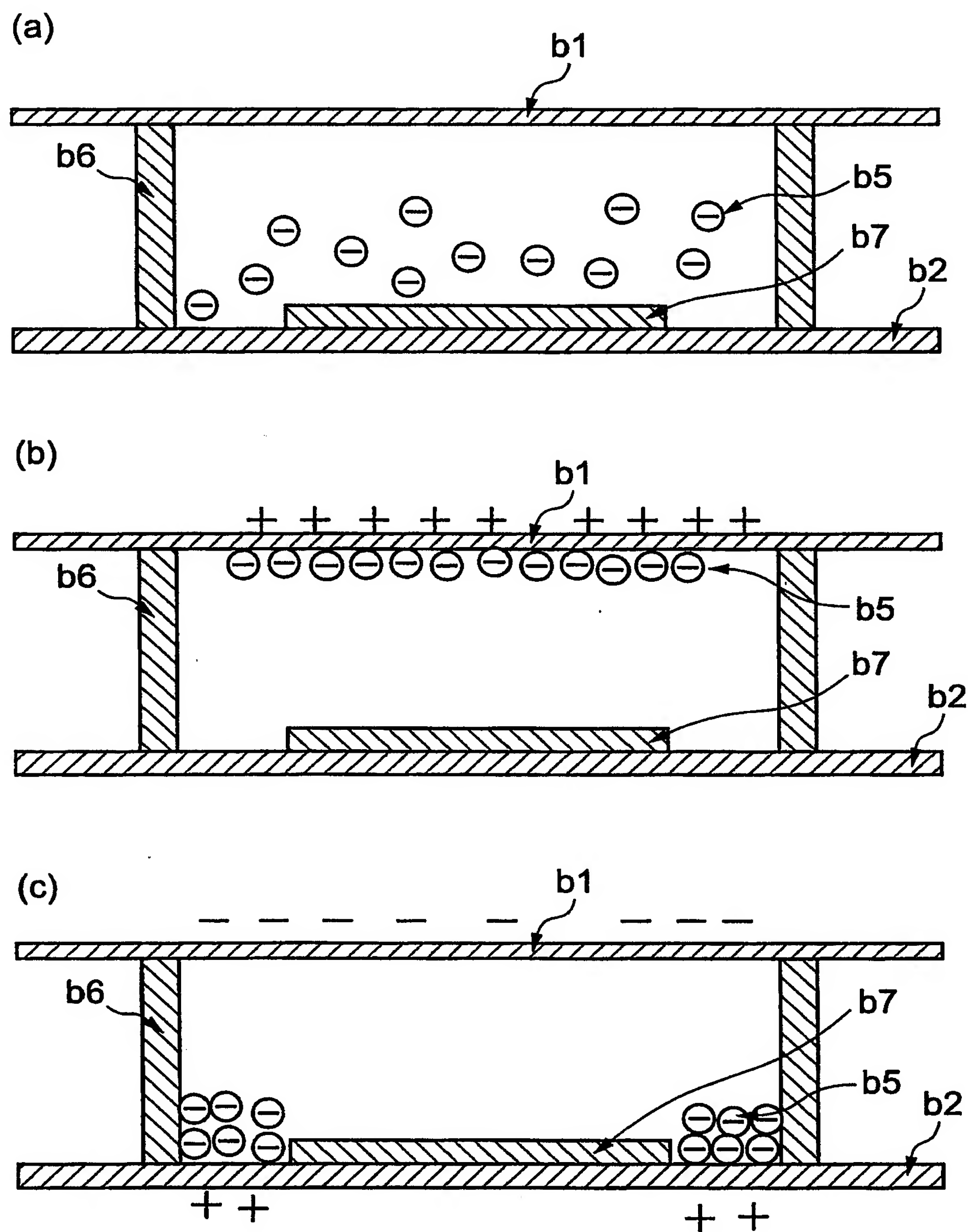


図 6

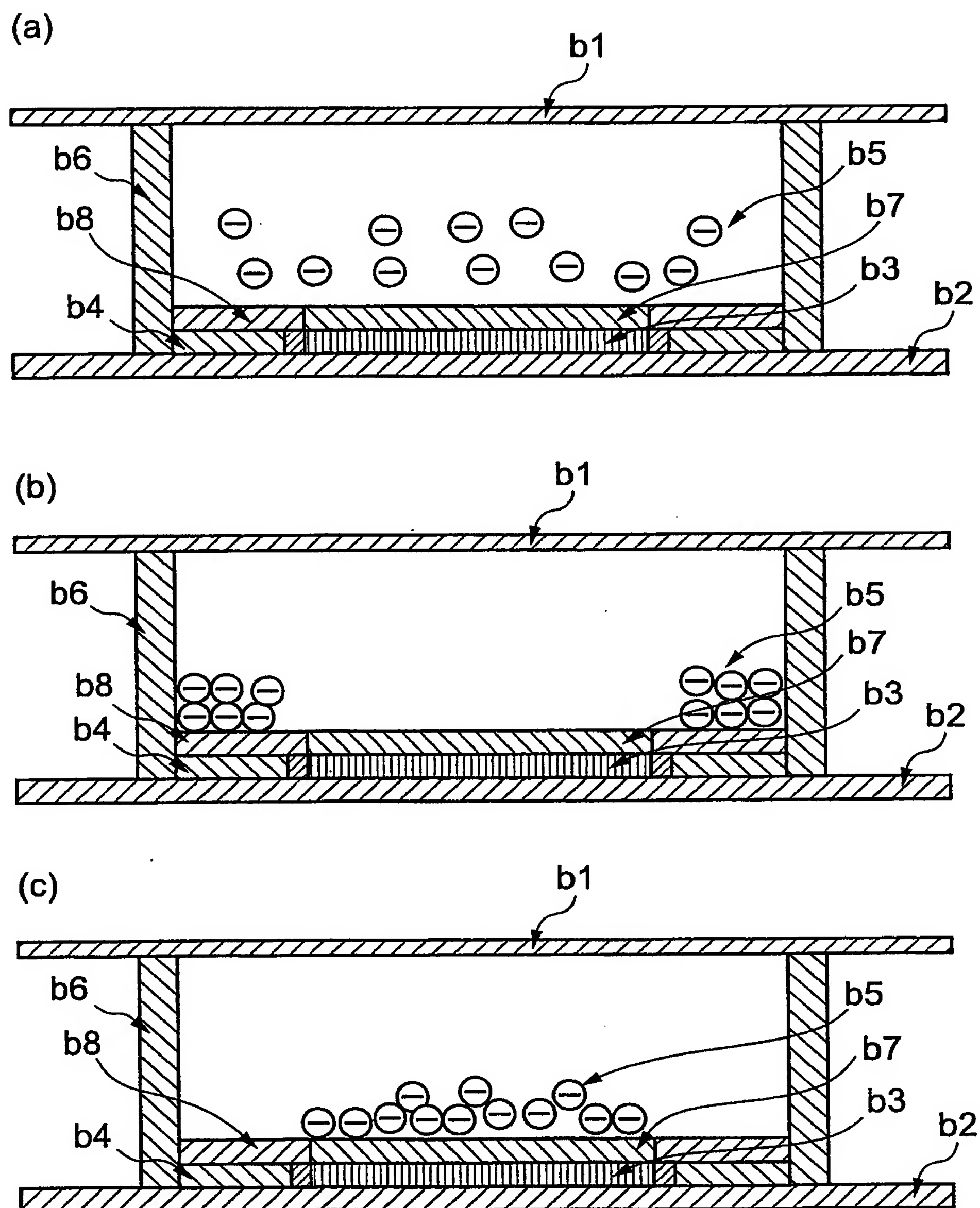


図 7

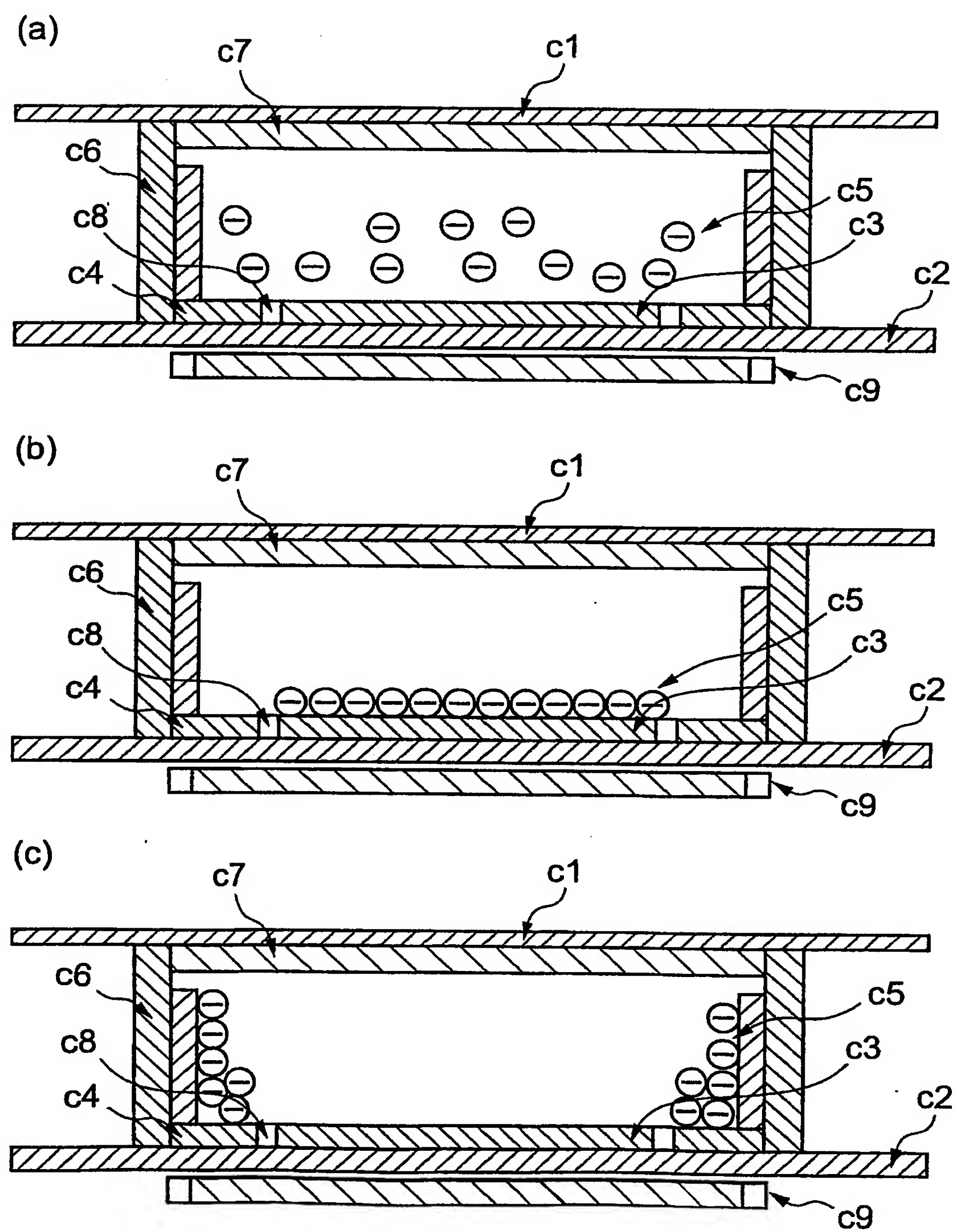


図 8

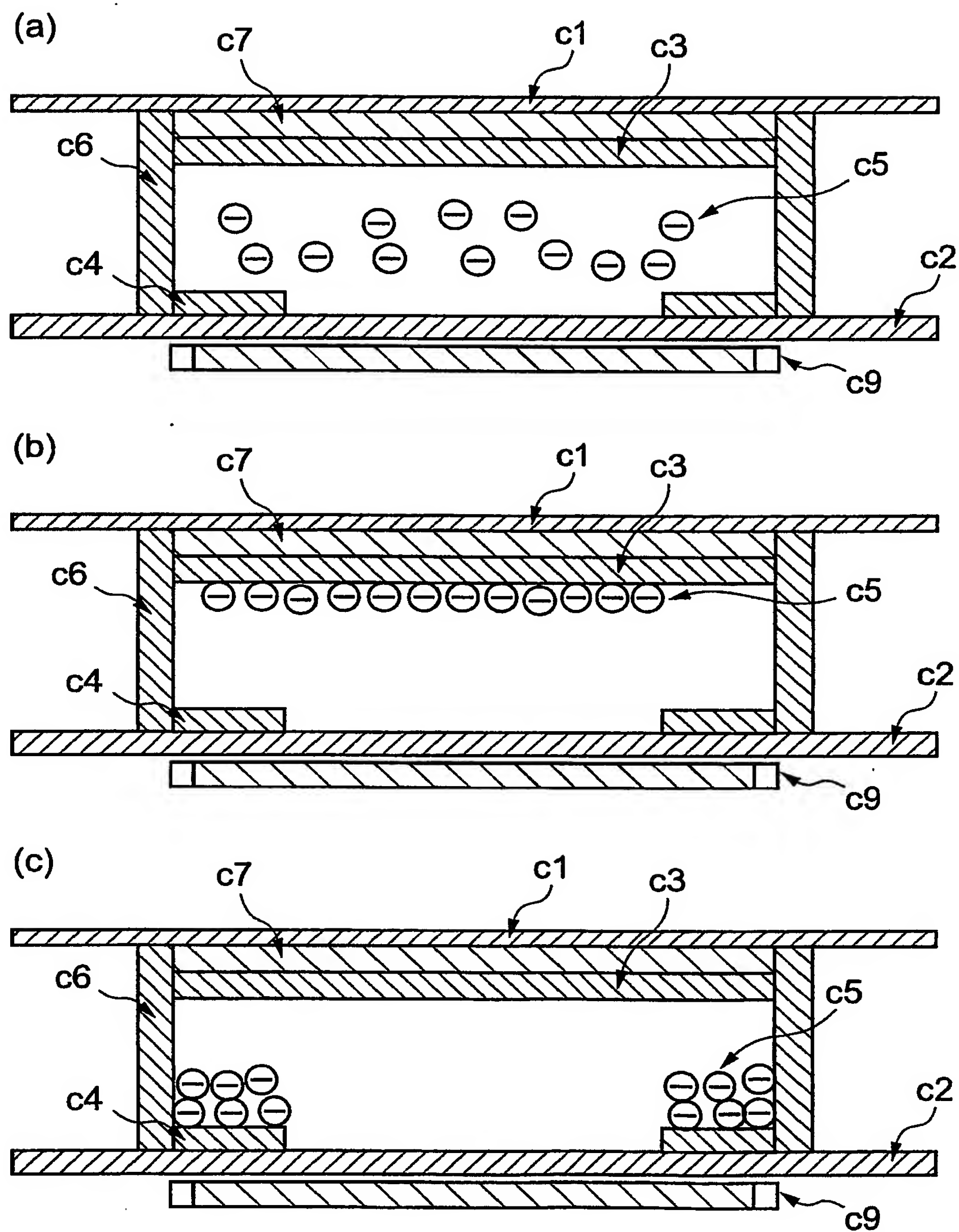


図 9

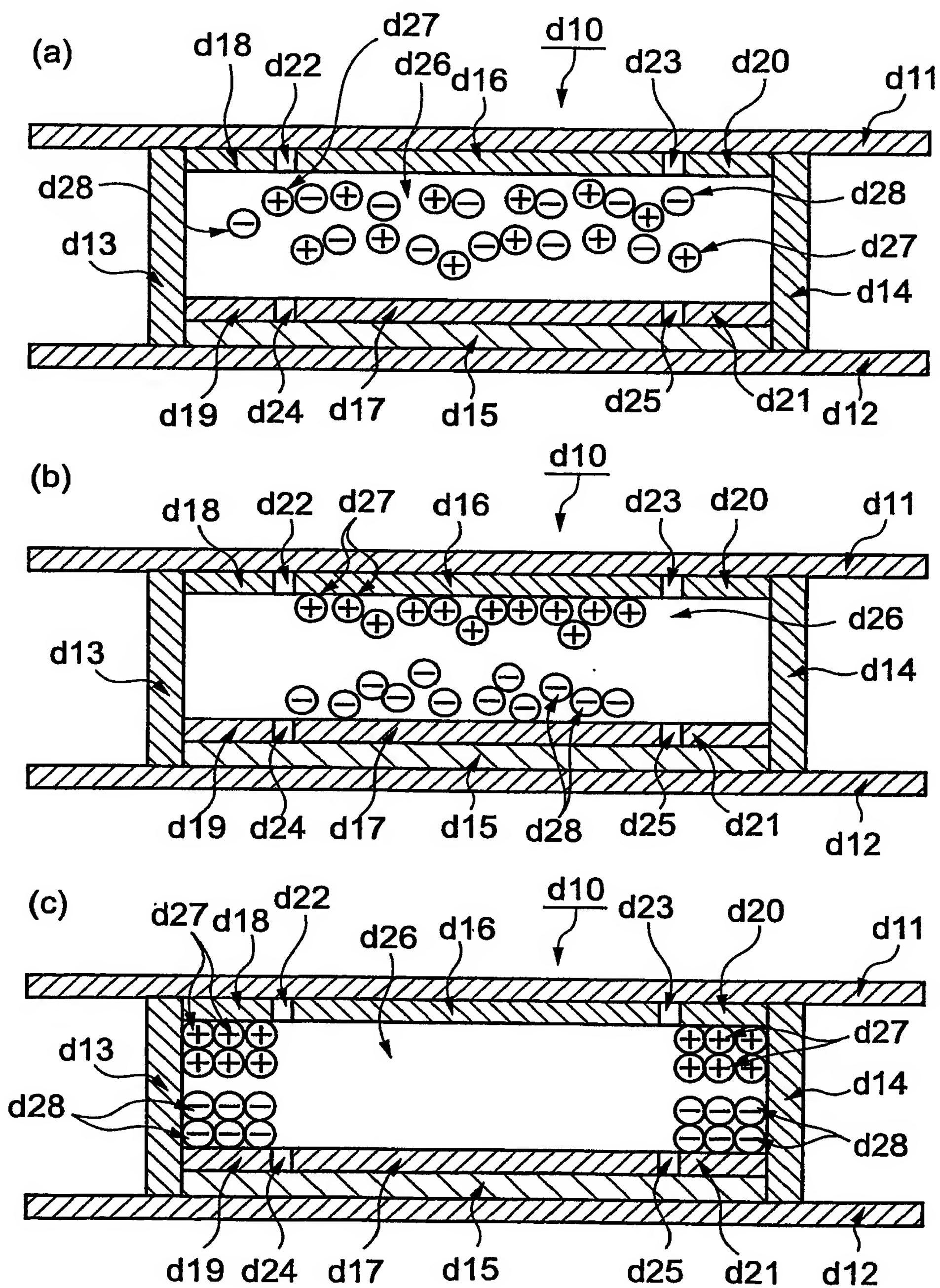
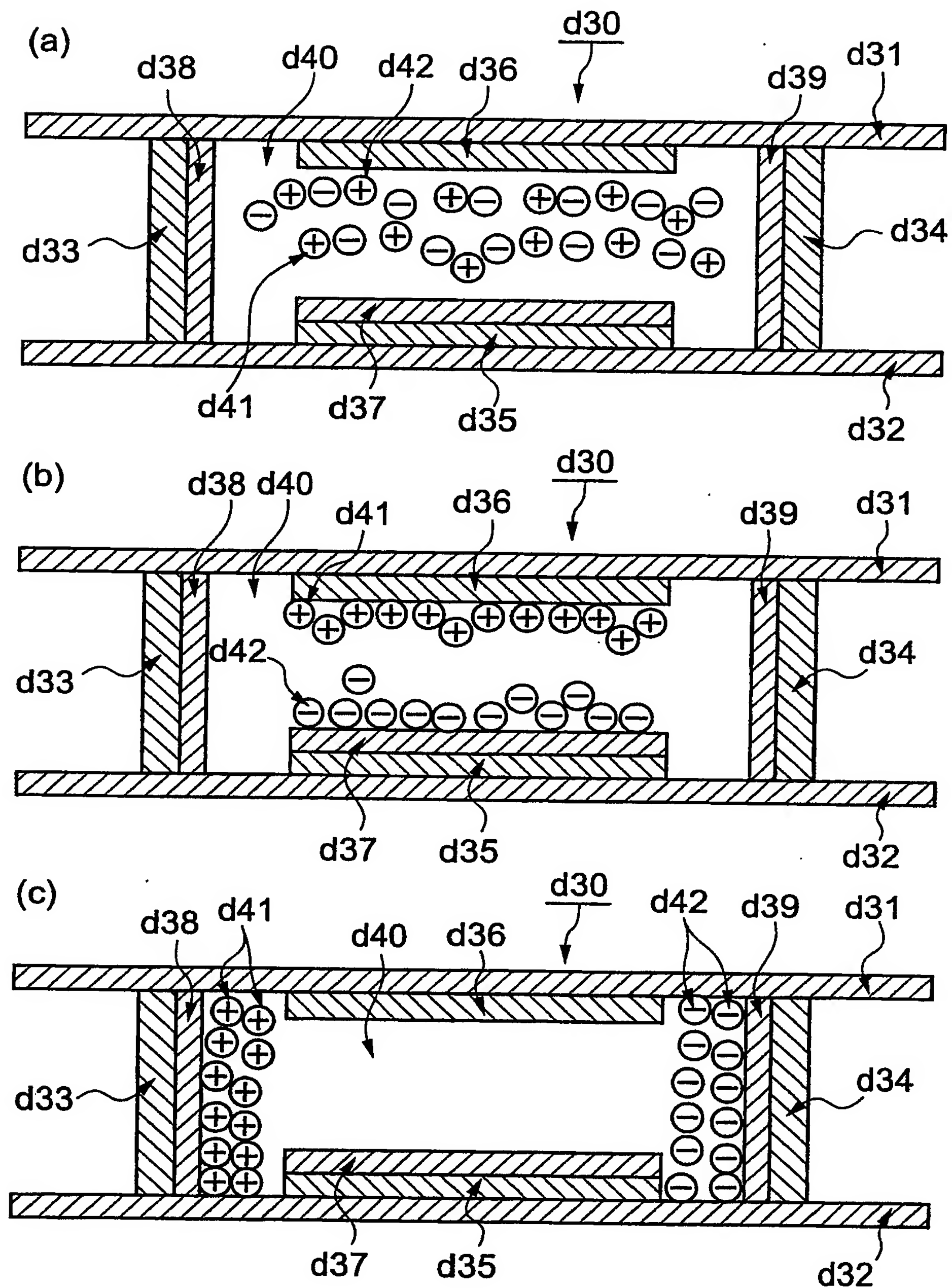


図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-312225 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 09 November, 2001 (09.11.01), (Family: none)	5-7, 11 1-4, 8-10
X A	JP 2001-290178 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 19 October, 2001 (19.10.01), (Family: none)	5-7, 11, 1-4, 8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 February, 2003 (17.02.03)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2003 (04.03.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2001-312225 A (富士ゼロックス株式会社) 2001.11.9, (ファミリーなし)	5-7, 11 1-4, 8-10
X A	JP 2001-290178 A (富士ゼロックス株式会社) 2001.10.19, (ファミリーなし)	5-7, 11 1-4, 8-10

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.02.03

国際調査報告の発送日

04.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田部 元史

2X

8708

電話番号 03-3581-1101 内線 3293